

**RAUTATEIDEN MELUESTEET**

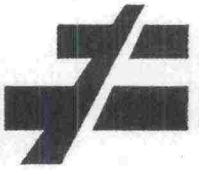
## RAUTATEIDEN MELUESTEET



**RHK**  
RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111  
FAX. (09) 5840 5140  
SÄHKÖPOSTI: [kun@rhk.fi](mailto:kun@rhk.fi)

ISBN 952-445-103-4  
ISSN 1456-1204



29.6.2004

## RAUTATEIDEN MELUESTEET

**Ratahallintokeskus on hyväksynyt ohjeen "Rautateiden meluesteet".  
Voimassa 23.8.2004 alkaen.**

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Kunnossapitoyksikön päällikkö



Markku Nummelin

## ESIPUHE

Tämä julkaisu sisältää rautateiden meluseinä ja meluaita -tyyppisten rakenteiden suunnittelu- ja rakentamisohjeet.

Julkaisun toimitustyö on tehty Ratahallintokeskuksen ohjauksessa. Työryhmässä olleet mukana Risto Parkkila ja Ilkka Sinisalo Oy VR-Rata Ab:n Rautatiesuunnittelusiltaryhmästä sekä Matti Levomäki ja Harri Yli-Villamo Ratahallintokeskuksesta. Alakohtaisia kommentteja ja lisäyksiä ovat antaneet eri henkilöt Rautatiesuunnittelusegeoryhmästä, sähkölaitosryhmästä ja turvalaiteryhmästä.

Helsingissä, kesäkuussa 2004

Ratahallintokeskus  
Kunnossapitoyksikkö

## SISÄLTÖ

1 LÄHTÖKOHDAT .....	5
1.1 RHK:n määräykset, ohjeet ja julkaisut .....	6
1.2 Tiehallinnon ohjeet ja julkaisut .....	6
1.3 UIC:n ohjeet.....	7
1.4 Standardit.....	7
1.5 Muut ohjeet ja normit .....	7
2 YLEISSUUNNITELMAN LÄHTÖTIEDOT .....	9
2.1 Perustiedot .....	10
2.1.1 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä.....	10
2.1.2 Kartat .....	10
2.1.3 Maastotiedot .....	10
2.1.4 Pohjatutkimukset .....	11
2.1.5 Kuivatusrakenteet .....	11
2.1.6 Johtotiedot .....	11
2.1.7 Sillat.....	11
2.1.8 Tiedot rautatiealueen ulkopuolisista rakenteista.....	12
2.2 Tiedot rautatiealueesta.....	12
2.2.1 Raiteisto .....	12
2.2.2 Vaihteet.....	13
2.2.3 Ratapenkereen rakenteet.....	13
2.2.4 Sähköistys .....	13
2.2.5 Turvalaitteet.....	14
2.2.6 Kaapelit, kaapelikanavat ja kaapelikaivot .....	14
2.2.7 Muut rautatiealueen rakenteet.....	15
2.3 Suunnitelmaselostus .....	15
2.3.1 Kohteen esittely ja erityisvaatimukset .....	15
2.3.2 Melustelaskelmien tulokset.....	15
2.3.3 Ulkonäölliset vaatimukset .....	15
2.3.4 Työn tekemiseen liittyvät reunaehdot.....	15
2.3.5 Alustavat työtapaehtotukset.....	16
3 YLEISET OMINAISUUDET JA TUOTEVAATIMUKSET .....	17
3.1 Melusuojauksen tarve ja melulaskenta .....	17
3.2 Ulkonäkövaatimukset .....	18
3.3 Akustiset laatuvaatimukset .....	18
3.3.1 Eristävyys.....	18
3.3.2 Absorptio .....	19
3.3.3 Diffraktio .....	19
3.4 Materiaalit.....	19
3.5 Värien käyttö .....	19
3.6 Suojaus ilkivaltaa vastaan.....	20
3.7 Puhdistettavuus.....	20
3.8 Kunnossapito- ja huolto-ohje.....	20
4 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET .....	21
4.1 Käyttöikä.....	21

4.2 Kuormitukset .....	21
4.2.1 Maanpaine .....	21
4.2.2 Tuulikuorma .....	21
4.2.3 Auraslumikuorma .....	22
4.2.4 Junan painekuorma .....	22
4.2.5 Iskunkestävyys .....	24
4.2.6 Yleinen turvallisuus .....	24
4.2.7 Kuormien yhdistely .....	24
4.3 Sijoittaminen ratapoikkileikkaukseen .....	24
4.4 Sijoittaminen sillalle .....	28
4.5 Korkeusasema .....	28
4.6 Sähköturvallisuus .....	28
4.7 Maadoittaminen .....	29
4.8 Maisemointi .....	31
 5 MAA- JA POHJARAKENTAMISEN SUUNNITTELUPERUSTEET .....	32
5.1 Kaivannot ja täyttötöyt .....	32
5.2 Perustaminen .....	34
5.2.1 Maan- ja kallionvarainen perustus .....	35
5.2.2 Anturallinen maanvaraisperustus .....	36
5.2.3 Pilarimainen maanvaraisperustus .....	40
5.2.4 Paaluperustus .....	42
5.3 Routasuojaus .....	43
5.4 Koekuormitus .....	44
 6 RAKENTEELLISET SUUNNITTELUPERUSTEET .....	45
6.1 Rakenneosien siirtymät ja taipumat .....	45
6.2 Ratajohtopylväät .....	46
6.3 Huoltotiet, kulkuaukot ja portit .....	48
6.4 Vaihdealueet .....	49
6.5 Laitekaapit .....	49
6.6 Kaapelit, kaapelikanavat ja kaapelikaivot .....	50
 7 MATERIAALIEN KÄYTTÖ .....	51
7.1 Betonirakenteet .....	51
7.2 Teräsrakenteet .....	51
7.2.1 Rakenneteräksset .....	52
7.2.2 Muut teräsmateriaalit .....	52
7.2.3 Pintakäsittelyt .....	52
7.3 Ohutlevyrakenteet .....	52
7.4 Absorpoivat meluestekasetit .....	52
7.5 Puurakenteet .....	53
7.6 Läpinäkyvät rakenteet .....	53
7.6.1 Laminoitu lasi .....	54
7.6.2 Karkaistu lasi .....	54
7.6.3 Karkaistu ja laminoitu lasi .....	54
7.6.4 Akryyli .....	54
7.6.5 Polykarbonaatti .....	55
7.6.6 Pinnoitettu polykarbonaatti .....	55



7.7 Muut materiaalit .....	55
8 SUUNNITELMISSA ESITETTÄVÄT ASIAT .....	56
8.1 Suunnitelmakartta .....	56
8.2 Maastomallit .....	57
8.3 Pohjatutkimuspiirustukset .....	57
8.4 Yleispiirustukset .....	58
8.5 Lupapiirustukset .....	58
8.6 Rakennepiirustukset.....	59
8.7 Maadoituspiirustukset.....	59
8.8 Kokoonpanopiirustukset ja osapiirustukset.....	59
8.9 Laatuvaatimukset.....	59
8.10 Määräluettelot.....	59
8.11 Arkistoinnin erityisvaatimukset.....	60
VIITTEET.....	61

**LIITELUETTELO**

- 1 Yleissuunnitteluvaiheen suunnitelmakarttamalli
- 2 Rakentamissuunnitelman suunnitelmakarttamalli
- 3 Yleissuunnitteluvaiheen pituusleikkauspiirustusmalli
- 4 Rakentamissuunnitelman pituusleikkauspiirustusmalli
- 5 Julkisivupiirustusmalli
- 6...8 Poikkileikkauspiirustusmallit
- 9...16 Rakennepiirustusmalleja meluesteen detaljeista
- 17 Maisemointi- ja istutussuunnitelmamalli
- 18 Yleissuunnitteluvaiheen maadoitusluettelo
- 19 Rakentamissuunnitelman maadoituspiirustusmalli
- 20...23 Havainnekuvamallit

## 1 LÄHTÖKOHDAT

Tässä ohjeessa käsitellään lähinnä meluseinä tai meluaita -tyyppisiä rakenteita, joilla suojataan rautatiealueen ympäristöä rautatieliikenteen aiheuttamalta melulta. Ohjeet ovat sovellettavissa muunlaisillekin meluesterakenteille. Muunlaisista meluesterakenteista ja meluntorjunnan keinoista on tarkempaa tietoa Tiehallinnon julkaisussa Melusteet /10/, joka on yksi tämän ohjeen keskeisimmistä oheismateriaaleista.

Nämä ohjeet perustuvat Tiehallinnon melusteisiin ja meluntorjuntaan liittyviin ohjeisiin. Näissä ohjeissa kerrotaan tiemelusteistä poikkeavat, ensisijaisesti noudatettavat ohjeet sekä lisäohjeet.

Rautatiemeluesteen sijaitessa ratapenkereen sekä rautatien vaikutusalueen ulkopuolella voidaan rautatiemeluesteen rakenteessa soveltaa suoraan Tiehallinnon melusteohjeita. Melusuojauksessa sekä ulkonäössä radalle päin on noudatettava kuitenkin tätä ohjetta.

Rautatiemeluesteen sijaitessa radan ja tien tai kadun välissä noudatetaan soveltuvin osin tien puoleisessa julkisivussa ja rakenteessa Tiehallinnon ohjeita.

Rautatiemelusteiden suunnittelu jaetaan kahteen vaiheeseen, yleissuunnitteluun ja rakentamissuunnitteluun. Yleissuunnitteluvaihe tähtää tässä ohjeessa KVV-asiakirjojen laatimiseen ja yleissuunnitelman asiakirjat muodostavat siten pääosan tarjouspyyntöasiakirjoista. KV-urakoitsija tekee alustavan rakentamissuunnitelman osana tarjoustaan ja lopullisen rakentamissuunnitelman urakan saatuaan.

Näissä ohjeissa on viitattu Ratahallintokeskuksen (RHK), Tiehallinnon, UIC:n, EU:n normeihin, julkaisuihin ja ohjeisiin sekä kotimaisiin mm. SRMK:n ja RIL:n määräyksiin ja ohjeisiin.

Seuraavassa on kerrottu noudatettavat viranomaismääräykset sekä muut ohjeet viittausmerkintöineen, joihin tämän ohjeen tekstissä viitataan.

Suunniteltavien melusteiden on yleisten turvallisuus- ja ympäristönäkökohtien osalta täytettävä standardissa SFS-EN 1794-2 /28/ esitetyt vaatimukset.

Suunniteltavien melusteiden rakenteiden on täytettävä standardissa SFS-EN 1794-1 /27/ esitetyt vaatimukset.



**1.1 RHK:n määräykset, ohjeet ja julkaisut**

Meluasteitä suunniteltaessa ja rakennettaessa on aina ensisijaisesti noudatettava seuraavia RHK:n määräyksiä:

- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO)
- /2/ RHK:n julkaisu B 5, Sähkötamääräykset 31.1.2001

Toissijaisesti noudatetaan soveltuvien osien seuraavia RHK:n ohjeita ja julkaisuja tämän ohjeen viittausten mukaisesti:

- /3/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL) osat 1-6 ja 8-9, RHK 1998–2002
- /4/ Maastomallin mittausohje, Geodeettisten mittauksien ohjeita täydentävä liite
- /5/ Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO)
- /6/ Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R), RHK 2003
- /7/ Sähkistyksen kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen (SSR)
- /8/ Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin, RHK:n julkaisu B 10
- /9/ Rautateiden maanvaraiset pylväspäruukset, lisensiaatintutkimus, RHK:n julkaisu A 4/2002

**1.2 Tiehallinnon ohjeet ja julkaisut**

Tiehallinnon seuraavia ohjeita ja julkaisuja noudatetaan tämän ohjeen viittausten mukaisesti:

- /10/ Melusteet, TIEL 2140013, 1997
- /11/ Puun käyttö melusteissa, TIEL 2140016, 1999
- /12/ Siltojen kuormat, TIEL 2172072–99
- /13/ Pohjanrakennusohjeet sillansuunnittelussa, TIEL 2172068–99
- /14/ Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset, Tielaitos 2001–2002
- /15/ Sillan määräluettelo, TIEL 2172038–99
- /16/ Teräspätkäpaalut TIEL 2173448–99
- /17/ Poräpaalutusohje, Tiehallinto 2001
- /18/ Tietoa tiensuunnitteluun, julkaisu nro 30: Läpinäkyvien melusteiden käyttö

Tiehallinnon seuraavia ohjeita ja julkaisuja voidaan noudattaa rautatien vaikutusalueen ulkopuolella olevissa melusteissa:

- /19/ Melusteperäruukset, TIEL 2140007–94
- /20/ Melusteet ja puisen melusteen malli, TIEL 3200139, 12/1993
- /21/ Sivukuormitetut päriperäruukset, TIEH 2100006–01

### 1.3 UIC:n ohjeet

UIC:n seuraavia ohjeita noudatetaan tämän ohjeen viittausten mukaisesti:

- /22/ UIC CODE 779-1OR (1.1.1996)
- /23/ UIC CODE 717 R (1.7.1995)

### 1.4 Standardit

Seuraavia standardeja noudatetaan tämän ohjeen viittausten mukaisesti:

- /24/ SFS-EN ISO 354:2003; Akustiikka. Ääniabsorption mittaaminen kaiutinhuoneessa (Acoustics. Measurement of sound absorption in a reverberation room)
- /25/ SFS-EN 1793-1:1997 Teiden meluesteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen menetelmät. Osa 1: Tuotekohtainen äänen absorptio (Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption)
- /26/ SFS-EN 1793-2:1997 Teiden meluesteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen menetelmät. Osa 2: Tuotekohtainen ilmaäänien eristävyys (Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation)
- /27/ SFS-EN 1794-1:2003 Teiden meluesteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 1: Rakennetekniset vaatimukset (Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 1: Mechanical performance and stability requirements)
- /28/ SFS-EN 1794-2:2003 Teiden meluesteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 2: Yleiset turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat (Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 2: General safety and environmental requirements)
- /29/ SFS-ENV 1991-2-4:1995 Eurocode 1. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Osa 2-4: Rakenteiden kuormat. Tuulikuormat (Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Actions on structures. Wind actions)
- /30/ SFS-EN ISO 9013
- /31/ SFS-EN 25817

### 1.5 Muut ohjeet ja normit

Muita seuraavia ohjeita ja normeja noudatetaan tämän ohjeen viittausten mukaisesti:

- /32/ Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B1
- /33/ RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet
- /34/ Suurpaaluohje 2001, SPO-2001 RIL 212-2001
- /35/ Lyöntipaalutusohjeet, LPO-87
- /36/ Rautaruukin teräspaalut, MEF 31/03

**1 Lähtökohdat**

---

- /37/ RIL 90–1996 Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet
- /38/ Betonirakenteiden pinnat 1994, BY 40
- /39/ Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys, KT 97
- /40/ Sosiaali- ja terveysministeriö, Työsuojeluosasto.  
Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 15, Kapeat kaivannot. Tampere 1999



## 2 YLEISSUUNNITELMAN LÄHTÖTIEDOT

Meluesteiden yleissuunnittelun yhteydessä hankitaan mahdollisimman kattavat lähtötiedot rakentamissuunnittelua varten. Jos olemassa olevia lähtötietoja ei katsota olevan riittävästi lopullisten suunnitelmien laadintaa varten, laaditaan kartoitukset ja tutkimusohjelmat. Olemassa olevien lähtötietojen oikeellisuus tarkistetaan sellaisten tietojen osalta, joiden katsotaan vaikuttavan ratkaisevasti rakentamissuunnittelussa tehtäviin perusratkaisuihin (perustamistapa, seinien korkeusasemat). Lisäksi tarkistetaan kaikkien lähtötietojen osalta tulevaisuuden tarpeet sekä mahdolliset tulevaisuuteen liittyvät suunnitelmat

Yleissuunnitteluvaiheessa hyväksytetään RHK:lla lähtötietojen laajuus ja riittävyys kohdekohtaisesti seuraavissa kohdissa esitettyjen asioiden osalta.

Tässä ohjeessa esitettyjen lähtötietojen lisäksi kussakin suunnittelukohteessa ratkaistaan tapauskohtaisesti tarve muista tarvittavista lähtötietotarkasteluista.

Yleissuunnitelman lähtötietojen sekä kohdekohtaisten suunnitteluperusteiden on oltava sellaiset, että KV-urakoitsijat voivat esittää keskenään vertailukelpoisia tarjoussuunnitelmia meluesteiden toteuttamiseksi. Vaihtoehtojen vertailukelpoisuuden kannalta sekä aikataulullisista syistä lähtötietojen on oltava yleissuunnitteluvaiheessa mahdollisimman kattavat.

Kaikki lähtötiedot on muutettava sähköiseen muotoon, elleivät ne ole jo valmiiksi sähköisessä muodossa.

Yleissuunnitelmien laatimista koskevat ohjeet koskevat myös rakentamissuunnittelua. Rakentamissuunnittelun yhteydessä täydennetään, tarkennetaan ja päivitetään yleissuunnitelman asiakirjat, jotka selviävät tarkemmin suunnitelma-asiakirjoista kohdassa 8 esitetyissä ohjeissa.

Yleissuunnittelu ei myöskään saa olla ristiriidassa tässä ohjeessa rakentamissuunnittelusta annettujen ohjeiden kanssa ellei yleissuunnittelussa annettuja poikkeavia ohjeita ole erikseen hyväksytetty RHK:lla. Poikkeavat ohjeet on esitettävä hankekohtaisessa suunnitelmaselostuksessa.

Yleissuunnittelun yhteydessä suunnittelijan on tuotava esille suunnittelukokouksissa tämän ohjeen mukaisesti kaikki kohteen lähtötiedot. Suunnittelukokouksissa kirjataan lähtötietojen olemassaolo ja arvioitu riittävyys rakentamissuunnittelun kannalta kunkin tässä ohjeessa esitetyn asiakohdan osalta.

Jos urakkatarjousvaiheessa on nähtävissä, etteivät yleissuunnitelman asiakirjoissa esitetyt lähtötiedot ole riittäviä joltain osin rakentamissuunnitelmien laatimista ja rakentamista varten, siitä on ilmoitettava tarjousaikana. Jos tarjoaja ei ole ilmoittanut yleissuunnitelman lähtötietojen vajavaisuudesta, lähtötietojen täydentäminen kuuluu osaksi rakentamissuunnittelua. Ilmoitus-

velvollisuus ei koske ennalta arvaamattomia lähtötietoja eikä lähtötietoja, jotka puuttuvat kokonaan tarjouspyyntöasiakirjoista.

## 2.1 Perustiedot

Seuraavat perustiedot hankitaan melusteiden yleissuunnitteluvaiheessa yleissuunnittelua sekä rakentamissuunnittelua varten. Hankittavan perustiedon alueellinen laajuus rautatiealueelta ja rautatiealueen ulkopuolelta harkitaan tapauskohtaisesti siten, että tiedot ovat riittäviä melusteiden suunnittelun ja rakentamisen kannalta.

### 2.1.1 Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä

Suunnitelmat sidotaan raiteiston koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään. Kaikista suunnitelmien sisältämistä tai suunnittelussa käytetyistä poikkeavista koordinaatti- ja korkeusjärjestelmistä selvitetään eroavaisuussuhteet.

### 2.1.2 Kartat

Suunnitelma-alueen karttapohjana käytetään mahdollisimman hyvää saatavilla olevaa karttapohjaa. Myös mahdollisista melusteiden suunnitteluun vaikuttavista tulevaisuuden suunnitelmista hankitaan suunnitelma-kartat.

Ensisijaisesti käytetään digitaalista vektorimuotoista kartta-aineistoa ja toissijaisesti rasterimuotoista karttaa. Paperikarttoja skannattaessa käytetään vektorointia, jos sen katsotaan olevan tarpeellista esim. pohjakartan muokkauksen kannalta tai käsittelyn helpottamiseksi (jos rasterikartan käsittely hidastaa liiaksi suunnittelun rutiineja normaaleilla suunnittelu-ohjelmilla).

Lisäksi suunnitelmassa esitetään kaavakartta, josta selviää, miten suunniteltu meluste sijoittuu rautatiealueen rajojen suhteen. Mikäli jossain joudutaan rautatiealueen ulkopuolelle, kerrotaan tarjouspyyntöasiakirjoissa mahdollisista lunastus- tai muista lupatoimenpiteistä, jotka on jouduttu tekemään yleissuunnittelun yhteydessä.

### 2.1.3 Maastotiedot

Maastotiedoista hankitaan valmiita malleja sekä kartoitustietoja, jos niitä on saatavilla. Eri mallien yhdistelemisen ja mallien oikeellisuuden tarkistamiseksi on tehtävä kartoituksia erityisesti suunnittelun kannalta määräävissä kohdissa. Maastotiedot hankitaan siinä laajuudessa, että melulaskennasta saadaan luotettavat lopputulokset ja melusteiden sijoittaminen ja korkeudet voidaan määrittää.

Maastomallia varten tehtävissä kartoituksissa noudatetaan RHK:n Maastomallin mittausohjetta /4/, joka on RHK:n internetsivulla ([www.rhk.fi/Määräyskokoelma/RHK:n\\_ohjeet](http://www.rhk.fi/Määräyskokoelma/RHK:n_ohjeet)).



### **2.1.4 Pohjatutkimukset**

Suunnittelualueelta kerätään olemassa oleva pohjatutkimusaineisto. Pohjatutkimusaineisto digitoidaan tarvittavassa laajuudessa, jos aineisto ei ole jo tiedostomuodossa. Lähtötietojen täydentämiseksi ja oikeellisuuden tarkistamiseksi laaditaan pohjatutkimusohjelma.

Pohjaolosuhteista laaditaan lausunto koko suunniteltavan meluesteen osuudelta.

Pohjatutkimusten määrän sekä lausunnon pohjaolosuhteista suunniteltavien meluesteiden alueelta on oltava niin kattava, että niiden perusteella voidaan suunnitella meluesteen perustaminen rakentamissuunnitteluvaiheessa.

### **2.1.5 Kuivatusrakenteet**

Nykyiset kuivatusrakenteet sekä kuivatuksen yleisperiaatteet esitetään yleissuunnitelmissa.

Maastokäyntien ja kartoitusten yhteydessä olemassa olevaa kuivatustietoa vertaillaan ja täydennetään puuttuvilta osilta.

Yleissuunnittelun yhteydessä selvitetään todennäköiset lisäkuivatustarpeet ja kuivatusjärjestelmien muutostarpeet sekä tehdään alustavat suunnitelmat.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa tehdään lopulliset kuivatussuunnitelmat yleissuunnitelmassa esitettyjen tietojen pohjalta sekä täydennetään kuivatusjärjestelmiä rakentamissuunnitteluvaiheessa tehtyjen ratkaisujen vaatimassa laajuudessa.

### **2.1.6 Johtotiedot**

Suunniteltavan meluesteen alueelta hankitaan tiedot putkista, johdoista ja kaapeleista sekä ilmoitetaan niiden omistajat mahdollisia lausuntopyyntöjä ja neuvotteluja varten. Rautatiealueella olevista rataan liittymättömistä putkista, johdoista ja kaapeleista hankitaan olemassa olevat risteämäsopimukset. Yleissuunnittelun yhteydessä todennäköisiksi osoittautuvista siirto- ja suojaustarpeista keskustellaan johdon omistajan kanssa sekä sovitaan mahdollisista siirroista ja suojauksista. Rakentamissuunnitteluvaiheessa on tehtävä vastaavanlaiset toimenpiteet rakentamissuunnitteluvaiheessa tehtyjen ratkaisujen vaatimista vastaavista johtosiirroista.

### **2.1.7 Sillat**

Siltapaikat kartoitetaan aina, jotta meluesteen kiinnitys siltaan voidaan suunnitella ja meluste sijoittaa oikealle etäisyydelle viereisestä raiteesta. Myös alikulku- ja ratasiltojen päiden ympäristö kartoitetaan, jotta maastosta tulevan meluesteen sovittaminen sillalla olevaan melusteeseen voidaan

suunnitella teknisesti ja ulkonäöllisesti. Ylikulkusilloista kartoitetaan erityisesti meluesteen viereiset tukirakenteet sekä tarkistetaan mahdolliset radan sähköistyksen aiheuttamat erityisratkaisut sillan alla.

Suunnitelmissa esitetään tiedot meluesteen alueella olevista silloista. Kartoitustulosten lisäksi esitetään perustamistapa, arkistointiin liittyvät tiedot (sillan nimi, rataosa ja km-luku), alikulku- ja ratasiltojen siirtymärakenteet, ylikulkusiltojen tuet sekä muut meluesteen suunnitteluun ja rakentamiseen vaikuttavat rakenteet. Rakentamissuunnittelua varten on lisäksi oltava tiedot sillan reunasta raudoituspiirustuksineen, joiden perusteella rakentamissuunnitteluvaiheessa voidaan suunnitella meluesteen runkorakenteet kiinnityksineen tarjouspyyntöasiakirjoissa esitettyjen vaatimusten mukaisesti. Tarkempia tietoja silloista saa tarvittaessa RHK:n piirustusarkistosta.

Kohteesta riippuen määritellään myös meluesteen tarkemmat ulkonäölliset vaatimukset sillalla.

### **2.1.8 Tiedot rautatiealueen ulkopuolisista rakenteista**

Suunniteltavan meluesteen alueelta hankitaan tiedot meluesteen kohdalla olevista tai meluesteen rakentamiseen vaikuttavista rakenteista kuten taloista, pylväistä, aidoista jne. Rakenteet merkitään ja selitetään suunnitelmapiirustuksissa. Suunnitelmaselostuksessa kerrotaan, miten rakenne vaikuttaa meluesteen suunnitteluun tai mitä melueste vaikuttaa rakentamiseen. Lisäksi kerrotaan tiedot rakenteen perustamistavasta.

Jos melueste joudutaan rakenteen kohdalla suunnittelemaan perusratkaisusta poikkeavasti, rakenne kartoitetaan perustuksineen siten, että rakentamissuunnittelu on mahdollista. Tarvittaessa määritetään myös tarkemmat reunaehdot yleissuunnitteluvaiheessa meluesteen rakentamissuunnittelulle perusratkaisusta poikkeavissa kohdissa.

## **2.2 Tiedot rautatiealueesta**

### **2.2.1 Raiteisto**

Suunniteltavan meluesteen viereisen sekä mahdollisesti muiden meluesteen suunnitteluun ja rakentamiseen vaikuttavien raiteiden vaaka- ja pystygeometriasta hankitaan tiedot. Käytetty raidetiedosto versioineen ilmoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Vastaavat tiedot hankitaan suunnitelluista tulevista raidemuutoksista.

Raidetietojen oikeellisuus tarkistetaan kartoitusten perusteella. Jos tiedetään etukäteen tai tarkistusmittauksissa osoittautuu, että raiteiden todellinen sijainti poikkeaa rakentamissuunnittelun kannalta merkittävästi teoreettisesta, raiteet kartoitetaan kauttaaltaan. Pienet poikkeamat raiteen sijaintitarkkuudessa ja korkeusasemassa on otettava huomioon meluesteen sijainnissa sekä yläreunan korkeusasemassa raiteen suhteen.



Viereisestä raiteesta esitetään myös tiedot radan rakennepoikkileikkauksista, kiskotyyppistä ja ratapölkkyjen tyyppistä. Jos raidealueella on useampia raiteita, myös muista raiteista esitetään teoreettinen sijaintitieto sekä korkeusasematieto. Muista raiteista esitettävän tiedon laajuus ja tarkkuustaso harkitaan tapauskohtaisesti.

Raiteisiin liittyvät turvalaitteet selvitetään kohdan 2.2.5 mukaan.

### **2.2.2 Vaihteet**

Viereisen raiteen vaihteiden tunnuksiset ja mahdolliset vaihteiden perustus-, routasuojaus- ja kuivatusrakenteet sekä tarvittaessa myös muiden raiteiden vaihteiden vastaavat tiedot esitetään.

Vaihteisiin liittyvät turvalaitteet selvitetään kohdan 2.2.5 mukaan.

### **2.2.3 Ratapenkereen rakenteet**

Selvitetään ratapenkereessä viereisen raiteen kohdalla olevat rakenteet kuten paalulaatat paaluineen, routaeristeet sekä muut ratapenkereen vahvistus- ja suojusrakenteet.

Paalulaatoista on selvittävä suunniteltavan meluesteen puoleisen reunojen sijainnit ja korkeusasemat sekä mahdollisimman tarkka tieto paalulaatan reuna-alueen paaluista. Vastaava tieto selvitetään myös muista mahdollisista paalulaattarakenteista, jotka voivat vaikuttaa meluesteen suunnitteluun ja rakentamiseen. Myös mahdolliset muut ratapenkereen lujitus- ja vahvistusrakenteet kuten massanvaihdot, vahvistuskankaat, kevennysrakenteet, tiivistykset tai stabiloinnit selvitetään.

### **2.2.4 Sähköistys**

Suunnitelmissa esitetään tieto viereisen raiteen sähköistysjärjestelmästä (25 kV vai 2\*25 kV). Ratajohtopylväistä esitetään tiedot sijainnista, pylvästyyppistä (I-, P-, R-pylväs) sekä pylväsnumerot. Vastaavasti esitetään tarvittaessa myös tiedot muiden raiteiden pylväistä niiltä osin kuin ne vaikuttavat meluesteen suunnitteluun.

Suunnitelmissa esitetään myös tieto pylväiden perustamistavoista ja perustustyyppistä, mahdollisista pylväissä olevista kiristyspaineista suuntatietoineen (kiristyspainot peräkkäin radan suunnassa/kohtisuoraan rataa vasten) sekä haruksista.

Suunnitelmissa ilmoitetaan myös kaikista rautatiealueen pylväistä, joissa on huoltoa vaativia laitteita kuten esimerkiksi erottimia, imumuuntajia tai vaihteenlämmitysmuuntajia.



Muita sähköistykseen liittyviä huollettavia laitteita radalla ovat esimerkiksi vaihteenlämmityselementit sekä säästömuuntajat (2\*25 kV:n sähköistysjärjestelmässä).

Suunnitelma-aineistoon liitettävät sähköistykseen liittyvät piirustukset selitetään merkintöjensä osalta.

Sähköistykseen liittyvistä laitteista ja määräyksistä on lisätietoja RHK:n julkaisuissa Sähkötamääräykset /2/ sekä Sähköturvallisuismääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin /8/.

### **2.2.5 Turvalaitteet**

Suunniteltavan meluesteen alueelta hankitaan tiedot alueella olevista turvalaitteista sekä muistakin turvalaitteista, joiden suunnitteluun tai huollettavuuteen meluesteiden rakentaminen vaikuttaa. Turvalaitteita ovat esimerkiksi opastinpylväät ja -kaapit, akselinlaskentapisteet, vaihteiden ja tasoylikäytävälaitteiden ohjauskaapit.

Opastinpylväät ovat yleensä noin 2,8 m etäisyydellä viereisen raiteen keskilinjasta, joten ne sopivat hyvin meluesteen sisäpuolelle. Opastinpylväisiin liittyy laitekaappeja. Akselinlaskentapisteet ovat useimmiten opastinpylväiden yhteydessä.

Laitekaappien ja ohjattavien laitteiden välillä on kaapelointeja ja kaapelikanavia sekä kaapelointeihin liittyviä kaivoja, jotka voivat risteillä suunnitellun meluesteen alueella. Kaapeloinneista esitetään tiedot kohdan 2.2.6 mukaisesti.

Vaihteisiin ja tasoylikäytäviin liittyvien laitekaappien osalta on erityisesti selvitettävä mahdolliset käyttökytkimiä tai painonappeja sisältävät ohjauskaapit. Tällaisilta kytkimiltä on oltava suora näköyhteys niiltä ohjattaville laitteille. Muunlaiset laitekaapit voivat sijaita meluesteen sisä- tai ulkopuolella.

Suunnitelma-aineistoon liitettävät turvalaittepiirustukset selitetään merkintöjen osalta.

### **2.2.6 Kaapelit, kaapelikanavat ja kaapelikaivot**

Esitetään tiedot sähköistykseen ja turvalaitteisiin liittyvistä kaapeleista, kaapelikanavista ja kaapelikaivoista viereisen raiteen ja suunniteltavan meluesteen alueella sekä tapauskohtaisesti tarvittaessa myös muiden raiteiden alueelta. Tiedoista on selvittävä, mihin laitteisiin kaapeloinnit liittyvät.

### **2.2.7 Muut rautatiealueen rakenteet**

Muita rautatiealueella olevia rakenteita voivat olla esim.

- aidat sekä olemassa olevat kulkuportit
- muut kuin sähköistykseen tai turvalaitteisiin liittyvät kaapit ja rakennukset.

Muista rautatiealueella olevista rakenteista esitetään suunnitelmakartassa sijaintitiedot rakenteen nimeä tai käyttötarkoitusta kuvaavine selitysteksteineen. Rakenteet, joiden kohdalla meluesteeseen joudutaan suunnittelemaan muutos, kartoitetaan vastaavasti samoin kuin rautatiealueen ulkopuoliset rakenteet kohdassa 2.1.8.

## **2.3 Suunnitelmaselostus**

Yleissuunnitelmaan liitetään suunnitelmaselostus, jossa esitellään kohde, selvitetään melulaskelmien tulokset, kohteen erityisvaatimukset sekä tehtävään työhön liittyvät työmaajärjestelyjen ja rautatieliikenteen aiheuttamat reunaehdot.

Suunnitelmaselostuksessa esitetään ainakin yksi toteuttamiskelpoinen työtaparatkaisu pääpiirteittäin.

### **2.3.1 Kohteen esittely ja erityisvaatimukset**

Kerrotaan ainakin kohteen sijaintikunta ja km-lukuväli, tiedot rautatiealueesta sekä melusuojattavasta alueesta. Lisäksi voidaan kertoa yleissuunnitelman lähtötiedoista asiat, jotka eivät selviä suunnitelma-piirustuksista tai on helpompi esittää tekstimuodossa. Vastaavasti kerrotaan kohteen erityisvaatimuksista.

### **2.3.2 Melustelaskelmien tulokset**

Selvitetään suojattavan alueen laajuus, suojattavat kohteet sekä suunnitellut suojaustoimenpiteet.

### **2.3.3 Ulkonäölliset vaatimukset**

Suunnitelmaselostuksessa voidaan havainnollistaa meluesteen ulkonäöllisiä vaatimuksia vaativammissa kohteissa.

### **2.3.4 Työn tekemiseen liittyvät reunaehdot**

Suunnitelmaselostukseen liitetään tiedot viereisen raiteen sekä tarvittaessa myös muiden raiteiden liikennöinnistä meluesteen rakentamistyön aikana ja mahdollisista raidevarausten ja liikennekatkojen ajankohdista. Lisäksi kerrotaan myös muista työnaikaisista liikennejärjestelyistä sekä työmaa-alue- ja tiejärjestelyistä.

**2.3.5 Alustavat työtapaehdotukset**

Esitetään alustavat ehdotukset meluesteen toteuttamistavasta, työmaa-alueista ja -teistä. Toteuttamistavassa otetaan erityisesti huomioon vaikutukset junaliikenteeseen ja junaturvallisuuteen.

### 3 YLEISET OMINAISUUDET JA TUOTEVAATIMUKSET

#### 3.1 Melusuojauksen tarve ja melulaskenta

Melusuojauksen tarve määräytyy Valtioneuvoston päätöksessä Vnp 993/92 määriteltyjen melutason enimmäisarvojen perusteella.

Asuntoalueilla sekä hoito- ja oppilaitosten kohdilla melun painotetun A-ekvivalenttitason  $L_{Aeq}$  tulisi olla päivällä (klo 7–22) enintään 55 dB ja yöllä (klo 22–7) uusilla alueilla enintään 45 dB ja vanhoilla alueilla enintään 50 dB. Oppilaitosalueilla ei kuitenkaan sovelleta yöarvoja.

Taajamien ulkopuolisilla loma-, virkistys- ja luonnonsuojelualueilla melun painotetun A-ekvivalenttitason tulisi olla päivällä (klo 7–22) enintään 45 dB sekä yöllä (klo 22–7) enintään 40 dB. Luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä, ei kuitenkaan sovelleta yöarvoja.

Sisällä päiväsaikaan asuin-, opetus- ja hoitotiloissa ohjearvo on 35 dB ja toimistotiloissa 45 dB. Sisämelu on kuitenkin harvoin määräävämpi kuin ulkomelu, kun on kysymys liikennemelusta.

Meluesteen tarve, sijainti, korkeus, pituus, saavutettava melun alenema ja tehokkuus selvitetään aina melulaskelmilla.

Laskelmissa käytetään laskentaohjelmia, jotka perustuvat pohjoismaiseen melulaskentamalliin. Rautatiemelun laskentamallina on käytettävä TemaNord 1986:524 tai tuoreempaan versioon perustuvaa laskentaohjelmaa. Tiemelun laskentamallina on käytettävä TemaNord 1996:525 tai tuoreempaan versioon perustuvaa laskentaohjelmaa. Laskelmissa on aina mainittava, minkä laskentaohjelman ja ohjelmaversion mukaan laskelmat on tehty.

Laskelmissa käytetään 20 vuoden päähän ennustettua liikennettä, ellei lähtökohdaksi ole erikseen annettu muuta tarkasteluaikaa. Melulaskelmissa ei oteta huomioon kasvillisuutta ja puustoa, ellei sitä erikseen RHK:n suostumuksella katsota tarpeelliseksi.

Meluhaittoja voidaan vähentää rautatieympäristössä myös rautatiekiskojen hionnalla. Meluhaittojen vähentämisestä silloilla kerrotaan julkaisussa UIC CODE 717 R /23/.

Melusuojauksen tarvetta on käsitelty enemmän Meluesteet-julkaisun /10/ kohdassa 3.1.1.



### 3.2 Ulkonäkövaatimukset

Yleissuunnitelmassa ja yleissuunnitelman suunnitelmaselostuksessa esitetään kohteen ulkonäölliset vaatimukset. Meluesteen ulkonäköä ei saa muuttaa rakentamissuunnitteluvaiheessa ilman RHK:n hyväksyntää.

Rautatiemelusteistä suunnitellaan ulkonäöllisesti rauhallisia ja ympäristöön sopivia. Niissä ei saa olla liiallisia porrastuksia eivätkä ne saa poukkoilla liikaa sivusuunnassa.

### 3.3 Akustiset laatuvaatimukset

Meluesteen tarkoituksena on vaimentaa melua suojattavassa kohteessa. Saavutettava vaimennus riippuu meluesteen sijainnista, korkeudesta, pituudesta ja suojattavan kohteen sijainnista ja korkeudesta. Meluesteen rakenteen vaikutus vaimennukseen on erittäin pieni, kun tietty vähimmäistaso on saavutettu.

#### 3.3.1 Eristävyys

Äänen eristävyttä kuvataan eristävyysluvulla  $DL_R$ , joka mitataan laboratoriossa EN ISO 354 osan 2 /24/ mukaisesti. Suunniteltavien melusteiden eristävyys osoitetaan standardin EN 1793-2 /26/ mukaisin laboratoriomittauksin.

Eristävyysvaatimukseltaan meluesteen on täytettävä luokan B3 vaatimukset ( $DL_R > 24$  dB). Eristävyysvaatimuksen täyttävistä rakenteista on esimerkkejä Melusteet-julkaisun /10/ kohdassa 3.4.2.

Eristävyysvaatimus saavutetaan helposti, kunhan esteessä ei ole rakoja. Suunnittelussa on lisäksi otettava huomioon, että rakoja ei synny esim. puuverhouksen kuivumisen, läpinäkyvien rakenteiden lämpölaajenemisen, tiivisteiden kutistumisen tai irtoamisen seurauksena.

Meluesteen alareunan ja maan välisen raon vaikutuksista eristävyyteen on ohjeita Melusteet-julkaisun kohdassa 3.4.2. Rako voi olla hyväksyttävissä julkaisun mukaisesti, jos sillä katsotaan olevan etua esim. kuivatusteknisesti eikä siitä ole haittaa eristävyyteen. Rautatiemeluesteen ollessa jyrkässä luiskassa eristävyyden kannalta ei useinkaan ole ongelmaa, jos seinän alareunan ja melun pääasiallisen lähteen eli pyörästä ja kiskojaan väliin jää palle ja luiskapenkereen yläosa.

Kulkuporttien kohdilla rakoja eristävyttä heikentävään vaikutukseen on kiinnitettävä suunnittelussa erityistä huomiota. Jos kulkuportti sijoitetaan meluesteen limitykseen kuvan 17 mukaisesti, kulkuportille ei tarvitse asettaa eristävyysvaatimusta.

### 3.3.2 Absorptio

Melusteeltä vaaditaan äänen absorptiota (imevyyttä), jotta melu ei heijastuisi esteestä osittain suoraan esteen yli tai esim. junan kautta tai muiden rakenteiden kautta meluesteen yli.

Läpinäkyvissä rakenneosissa absorptiota ei tarvitse ottaa huomioon. Absorptiota ei tarvitse myöskään ottaa huomioon kulkuporttien kohdilla, jos sillä saavutetaan etua rakojen vähenemisen tai pienenemisen suhteen tai kulkuportin käyttövarmuuden suhteen. Liukuvien porttien suhteen on otettava kuitenkin huomioon meluesteen limittämistä annetut ohjeet.

Äänen absorptiokykyä kuvataan absorptioluvulla  $DL_\alpha$ , joka mitataan laboratoriossa EN ISO 354 osan 1 mukaisesti. Suunniteltavien melusteiden absorptiokyky osoitetaan standardin EN 1793-2 mukaisin laboratorio-mittauksin.

Absorption osalta meluesteen on täytettävä luokkien A3 tai A4 vaatimukset ( $DL_\alpha \geq 8$  dB).

### 3.3.3 Diffraktio

Joissakin tapauksissa voidaan käyttää hyväksi äänen taittumista eli diffraktiota vähentävää rakennetta. Diffraktiota vähentävistä rakenteista on enemmän tietoa Melusteet-julkaisun kohdassa 3.4.3. Jos meluesteen suojausvaikutus perustuu diffraktiota vähentäviin rakenteisiin, niiden toimivuus on osoitettava tapauskohtaisesti maastokokein.

## 3.4 Materiaalit

Melusteessä käytettävien materiaalien on oltava säänkestäviä ulkoilmaan soveltuvia.

Materiaalivalinnoissa on myös otettava huomioon ilkvallan ja puhdistettavuuden asettamat vaatimukset. Erityisesti raiteen puolelle tulevan julkisivupinnan materiaalien on oltava mahdollisimman vähän huoltoa vaativia ja helppohoitaisia.

Esteen alareunassa on oltava vähintään noin 20...30 cm korkea osuus materiaalia, joka ei ole altis kosteudelle tai homehtumiselle.

## 3.5 Värien käyttö

Melusteessä radan puolella käytettävien värien on oltava neutraaleja. Värien vaihtelu ei saa olla niin voimakasta, että se aiheuttaisi häiriötä ohikiitävästä junasta katsottaessa.

### 3 Yleiset ominaisuudet ja tuotevaatimukset

---

Radan puolella käytettävät värit eivät myöskään saa aiheuttaa sekaannusta tai heikentää radan turvalaitteiden havaitsemista. Värien kiiltoaste ei saa aiheuttaa heijastuksia tai häikäisyä.

#### 3.6 Suojaus ilkivaltaa vastaan

Ilkivallan muodoista ja varautumisesta ilkivaltaan on kerrottu enemmän Meluesteet-julkaisun /10/ kohdassa 3.2.6. Ilkivaltaa vastaan voi suojautua meluesteen sijoittamisella, meluesteen rakenteella, erillisillä suojausrakenteilla tai suojaavalla kasvillisuudella tai puustolla.

Erityisesti töherryssuojausta lisäämään käytetään yleisesti erillisiä suojaverkkoja. Suojaverkkojen käytössä on huomioitava, että verkko sijoitetaan riittävän etäälle noin 15...20 cm suojattavasta pinnasta, jotta se vaikeuttaa töherryksen tekemistä.

Huonosti sijoitettu töherryssuojaverkko ei estä töhertämistä, mutta vaikeuttaa puhdistamista.

#### 3.7 Puhdistettavuus

Melusteiden pintamateriaalien tai maalipintojen tulee kestää töherryksen poistossa käytettävät liuottimet turmeltumatta ja syöpymättä.

Jos em. vaatimus ei täyty, rakenteen ulkopinta on suojattava kohdan 3.6 mukaisesti tai töherryssaltiliilla pinnoilla on käytettävä uhrautuvaa ilkisuoja-ainetta, joka on uusittava jokaisen töherryksen poiston jälkeen.

#### 3.8 Kunnossapito- ja huolto-ohje

Tilaaajalle tulee jättää melusteistä kunnossapito- ja huolto-ohje hyvissä ajoin ennen vastaanottotarkastusta.



## 4 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET

### 4.1 Käyttöikä

Meluesteiden kestoiän tulee täyttää Meluesteet-julkaisun /10/ kohdan 3.5.10 mukaiset vaatimukset. Maanpäällisten runkorakenteiden iäksi suunnitellaan 30 vuotta. Perustusten kestoiäksi suunnitellaan kuitenkin em. ohjeesta poiketen 100 vuotta.

Rakenneosat, joiden käyttöikäksi on mitoitettu 15 vuotta sekä rakenteet, jotka ovat alttiita vaurioitumaan ilkvallan suhteen, on suunniteltava helposti vaihdettaviksi.

### 4.2 Kuormitukset

Kaikissa kohteissa meluesteet mitoitetaan maanpaineelle, tuulikuormalle, aurauskuormalle (jos aurauslumi voi osua esteeseen), junan painekuormalle, iskunkestävyydelle sekä yleisesti turvallisuuskohdille. Kuormat eivät saa 1,5-kertaisinaan aiheuttaa vaurioita rakenteisiin.

Yleiset suunnittelukuormat ovat ensisijaisesti Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osan 8 Sillat /1/ ja Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet RSO 2 sekä muiden RSO:n kohtien mukaisia /5/ sekä toissijaisesti niissä viitattujen Tiehallinnon julkaisujen Siltojen kuormat /12/ ja Pohjanrakennusohjeet sillansuunnittelussa /13/ mukaiset.

Tarkempia suunnittelukuormia on Meluesteet-julkaisussa /10/ sekä siinä viitatuissa Euronormien ohjeissa /27/ ja /29/. Lisäksi noudatetaan rautatie liikenteen painekuormien osalta ohjetta UIC CODE 779-1 OR /22/.

Seuraavassa on tarkennettu kuormitustyyppikohtaisesti käytettävät ohjeet sekä kerrottu näistä ohjeista tehtävät poikkeukset.

#### 4.2.1 Maanpaine

Maanpainekuormien suhteen sovelletaan RSO 2:n Rautatiesiltojen kuormat, RSO 4:n Rautatiesiltojen perustusten erityiskysymyksiä ja niissä viitattujen Tiehallinnon julkaisujen Siltojen kuormat ja Pohjanrakennusohjeet sillansuunnittelussa ohjeita.

#### 4.2.2 Tuulikuorma

Tuulikuorma lasketaan Tiehallinnon Meluesteet-julkaisun sekä siinä viitattujen Euronormien ohjeiden ENV 1991-2-4 tai Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B1 /32/ mukaan.

Tuulikuormaksi voidaan myös valita ilman tarkempia laskelmia Meluesteet-julkaisun kohdan 3.5.1 mukaisesti  $1 \text{ kN/m}^2$  ja silloilla  $1,6 \text{ kN/m}^2$  sekä melu-



esteen päässä osuudella 2 \* meluesteen korkeus näiden kaksinkertaisia arvoja. Suojaisilla paikoilla enintään 3 m korkeiden esteiden keskiosissa voidaan käyttää tuulikuorman arvoa  $0,8 \text{ kN/m}^2$ .

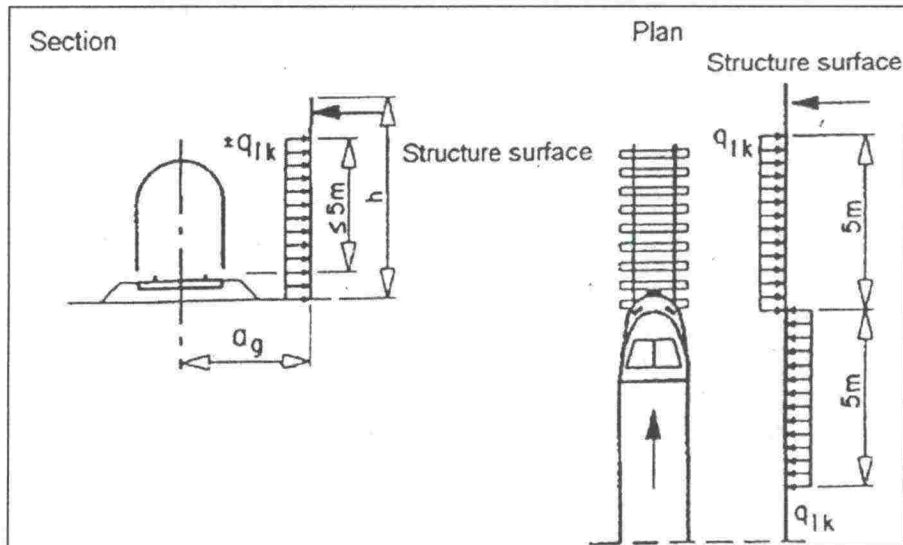
#### 4.2.3 Aurauslumikuorma

Aurauslumikuorma lasketaan Tiehallinnon Meluesteet-julkaisun kohdan 3.5.2 sekä siinä viitattujen Euronormien ohjeiden EN 1794-1 mukaan. Radan aurauslumikuorman suuruutta määritettäessä aurausajoneuvon nopeudeksi oletetaan 60 km/h ilman tarkempia tarkasteluja.

#### 4.2.4 Junan painekuorma

Junan aiheuttama painekuorma määritellään ohjeen UIC CODE 779-1 OR mukaan.

Ohi kulkeva juna aiheuttaa pystysuoraan meluesteeseen kuvan 1 mukaisen painekuorman.



Kuva 1. Junan aiheuttama painekuorma pystysuoraan meluesteeseen.

Painekuorman suuruus on

$$q_{1k} = k_1 c_p \left( \frac{v}{3.6} \right)^2 \frac{1}{1600} \left[ \text{kN/m}^2 \right], \text{ missä}$$

$$c_p = \frac{1.5}{(a_g + 0.25)^2} + 0.02$$

$v$  = junan mitoitusnopeus [km/h]

$k_1$  = junan muotokerroin

$k_1 = 1.0$  junille, jotka eivät ole airodynaamisesti muotoiltuja

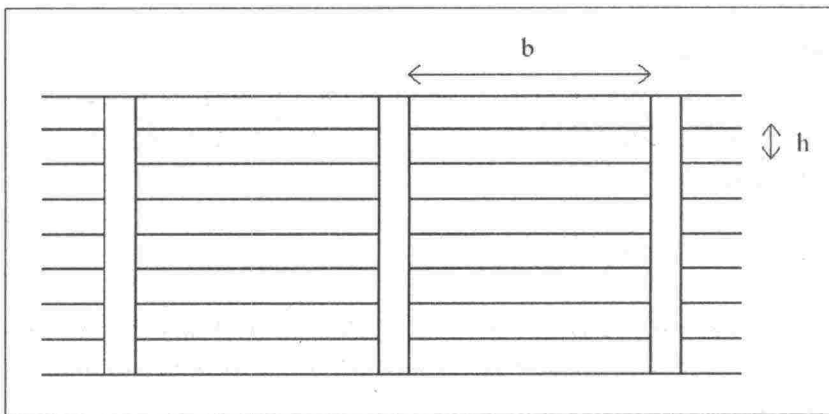
$k_1 = 0.85$  aerodynaamisesti muotoilluille nopeille junille ja vetureille

$k_1 = 0.60$  aerodynaamisesti muotoilluille suurnopeusjunille

$a_q$  = meluesteen etäisyys raiteen keskilinjasta [m]

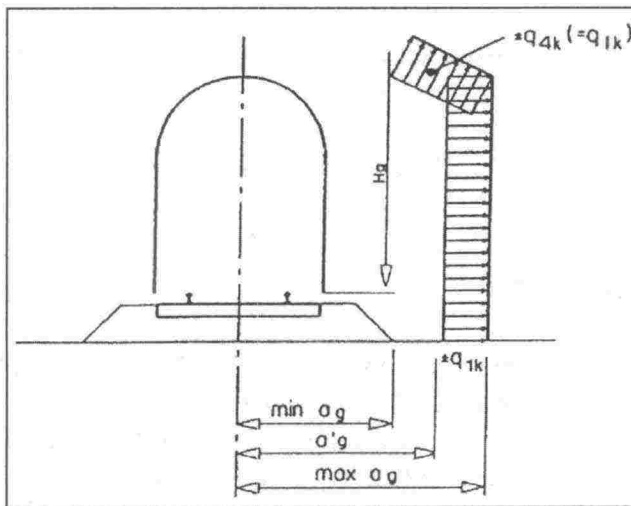
laskentakaava on voimassa kun  $a_q \geq 2.3$  m

Meluesteen pystyrunkojen välisiin pitkiin ja kapeisiin vaakaelementteihin kohdistuvan painekuorman suurin arvo saadaan kertomalla edellä saatu arvo lisäkertoimella  $k_2 = 1.3$ , jos  $h < 1.0$  m tai  $b < 2.5$  m oheisen kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. Meluesteeseen vaakaelementtien mittasuhteet.

Yläreunastaan radalle päin kallistetussa melusteessä esteen keskimääräisenä etäisyytenä raiteen keskilinjasta käytetään kuvan 3 ja laskentakaavan mukaista arvoa.



Kuva 3. Junan aiheuttama painekuorma yläosastaan radalle päin kallistettuun melusteeseen.

$$a'_q = 0.6 \min a_g + 0.4 \max a_g$$

$$\max a_q \leq 6 \text{ m}$$

#### 4.2.5 Iskunkestävyys

Iskunkestävyys määritellään Meluesteet-julkaisun sekä normin EN 1794-1 C:n mukaan. EN1794-1 C:n mukaan pistemäinen 30 Nm isku ei saa aiheuttaa pientä lommoa tai halkeamaa suurempaa vahinkoa.

Ilkivallalle alttiilla paikoilla iskunkestävyysvaatimus on yleensä 120 Nm. Sen kestävät mm. betoni, 1,2 mm teräslevy sekä 1,2 mm alumiinilevy.

Rautatiemelusteeltä vaaditaan aina vähintään 120 Nm:n iskunkestävyys.

Mikäli halutaan erityistä kestävyyttä kovaa ilkivaltaa vastaan, iskunkestävyysvaatimuksen on oltava normin EN 1794-2 Annex B:n /28/ luokan 3 mukainen. Tällöin 500 Nm:n isku ei saa aiheuttaa osien tai kappaleiden irtoamista.

#### 4.2.6 Yleinen turvallisuus

Rautatiesillalla olevan meluesteen suunnittelussa ei tarvitse ottaa huomioon törmäyskuormia, ellei radan ja meluesteen välissä ole muunlaista kuin juna-liikennettä.

#### 4.2.7 Kuormien yhdistely

Kuormien yhdistely tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman RakMK B1 mukaan.

Tuulikuorma ja junan painekuorma ovat yhdistelyssä muuttuvia kuormia. Tuuli ja painekuorman yhdistelyä ei tarvitse tehdä, jos tuulikuorman arvona käytetään kohdan 4.2.2 mukaisia vakioarvoja (Meluesteet-julkaisun kohdan 3.5.1 mukaisesti).

Aurauslumikuorma ei esiinny yhtäaikaaisesti tuulikuorman tai junan painekuorman kanssa.

### 4.3 Sijoittaminen ratapoikkileikkaukseen

Meluesteen sijainti radan poikittaissuunnassa määritetään yleissuunnitteluvaiheessa. Sijaintia ei saa muuttaa myöhemmässä suunnitteluvaiheessa ilman melutarkasteluja ja kaavarajojen tarkastelua sekä RHK:n hyväksyntää. Meluesteen sijainti ilmoitetaan kohtisuorana etäisyytenä viereisen raiteen pystysuorasta keskilinjasta meluesteen radan puoleiseen lähinnä raidetta olevan rakenneosan pintaan.

Meluste pyritään ensisijaisesti sijoittamaan mahdollisimman lähelle melulähdettä, jolloin sen suojausvaikutus on tehokkain. Ympäristön maasto saattaa joissain tapauksissa kuitenkin puoltaa esteen sijoittamisesta kauemmaksi radasta, jos melusteesta saadaan tällöin huomattavasti matalampi.

Yleensä kuitenkin rautatiealueella etäisyyden määräävät hyvinkin tarkasti rautatiealueen rajan etäisyys viereisestä raiteesta sekä ratajohtopylväiden sijainti (kuva 5). Meluste pyritään sijoittamaan aina rautatiealueen sisäpuolelle, jos se on mahdollista.

Tarkemmin melusteen sijainnin arvioinnista on ohjeita Melusteet-julkaisun /10/ kohdassa 3.3. Kyseistä ohjetta voidaan soveltaa erityisesti silloin, kun meluste sijoitetaan radan ja tien väliin. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon, että suojattava melun lähde on tämän ohjeen mukaisesti rautatieliikenne.

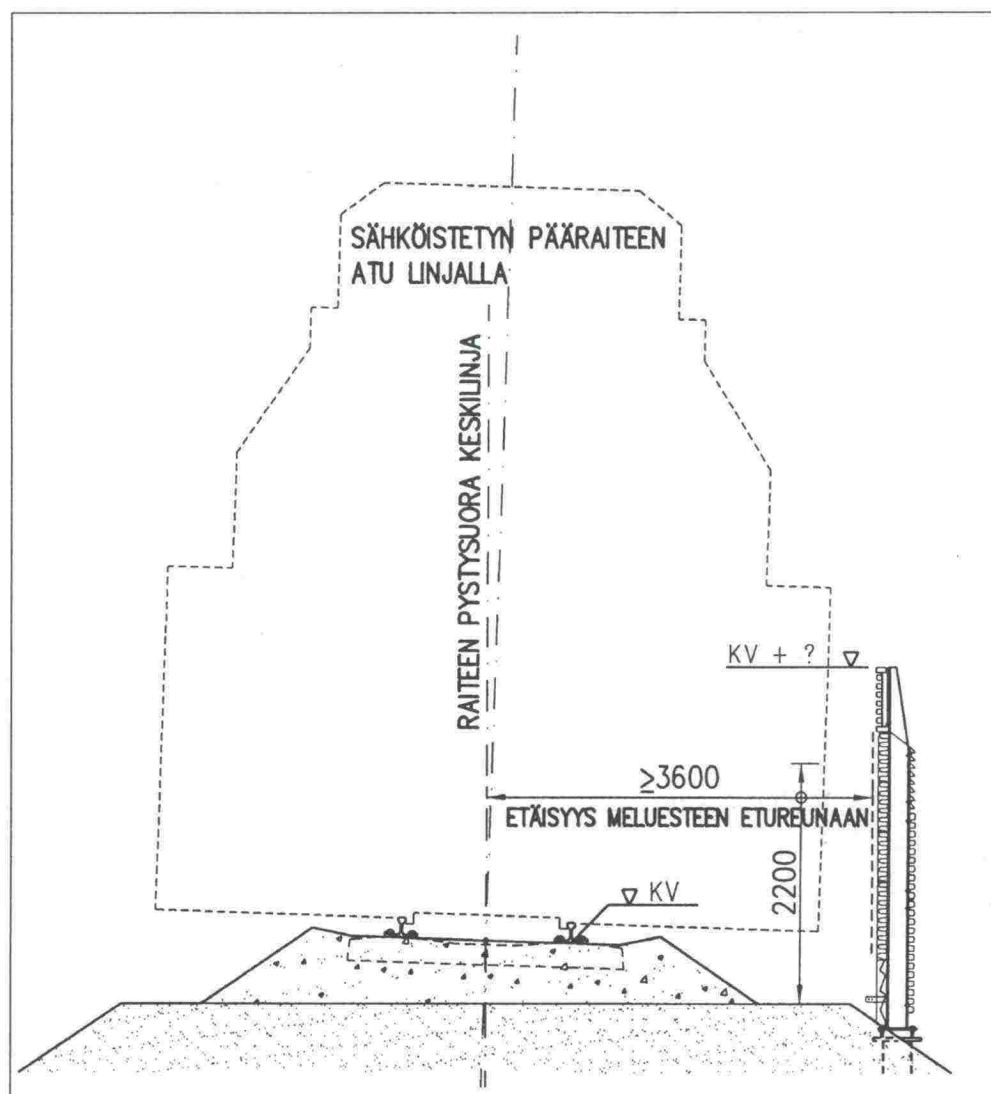
Sijoittamisessa on otettava huomioon ratajohtopylväiden lisäksi myös kiristyspylväiden painot, perustamisen kannalta mahdolliset ratapenkereen vahvistusrakenteet, paalulaatat paaluineen sekä muut radan rakenteet ja laitteet.

Radan kunnossapidon kannalta on otettava huomioon lumitilan riittävyys melusteen ja viereisen radan välissä. Tämä on otettava huomioon erityisesti liikennepaikkojen alueella matalilla melusteilla, jolloin meluste voi olla muutoin mahdollista sijoittaa lähelle raidetta.

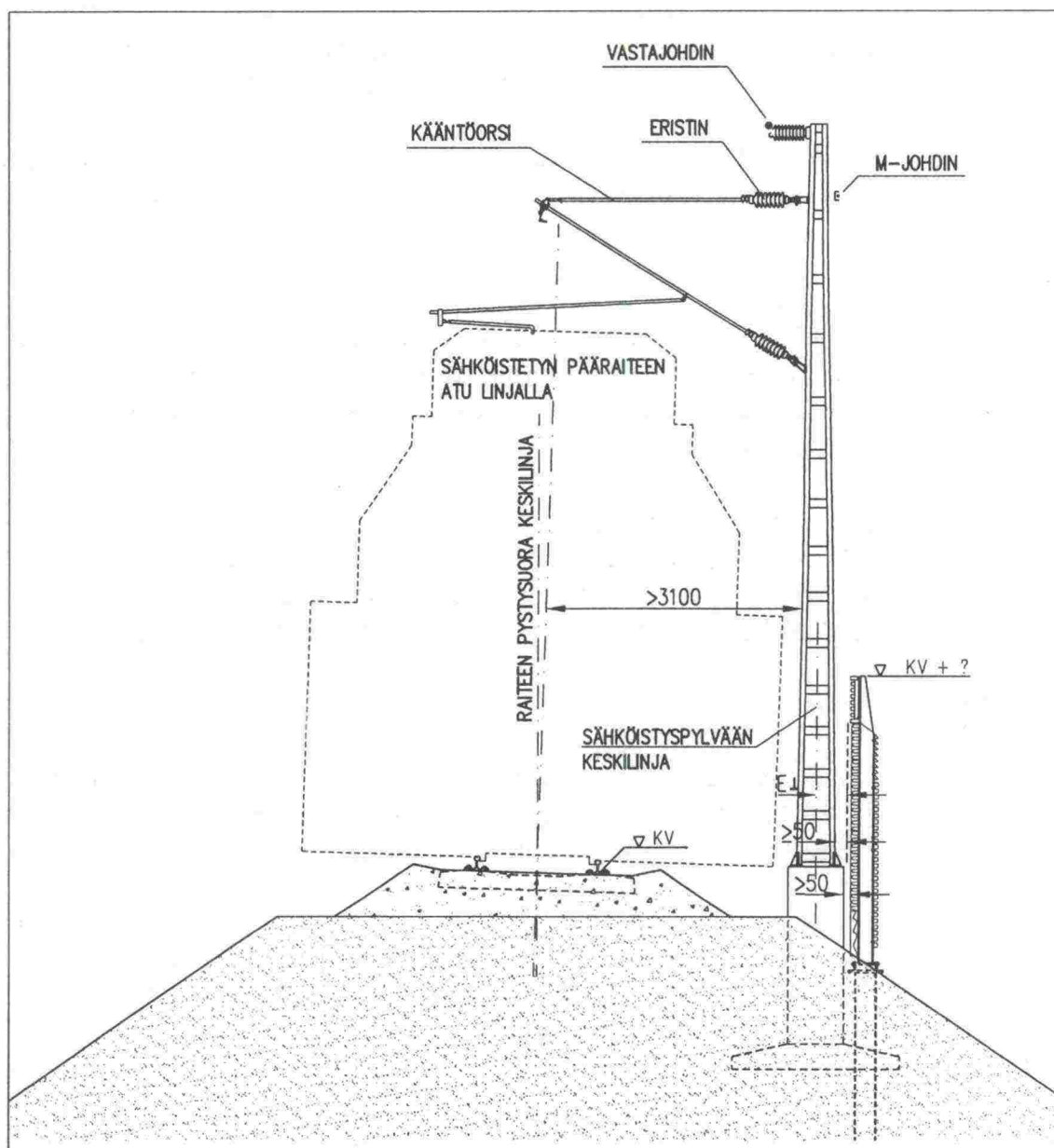
Melusteen minimietäisyyden suhteen viereisen raiteen keskilinjasta sovelletaan RAMO 8.2.1.1:n /1/ rautatiesiltojen kaiteille annettuja ohjeita. Meluste sijoitetaan kuvan 4 mukaisesti radan poikkileikkaukseen vähintään 3,6 m:n etäisyydelle viereisen raiteen keskilinjasta siten, että viereisen raiteen aukean tilan ulottuman ulkopuolella on turvallinen kulkutila radan suunnassa melusteen vieressä.

Jos esteelle ei ole paikallisesti tilaa em. etäisyydellä, voidaan radan suuntainen kulkutila jättää pois enintään 30 m:n pituisilla osuuksilla tai järjestää turvallisia suojapaikkoja vähintään 30 m:n välein. Melusteen on tällöin sijaittava viereisen raiteen aukean tilan ulottuman ulkopuolella ja näkyvyyden radan molempiin suuntiin on oltava riittävä turvalliselle poistumiselle kapean alueen molemmille puolille.





Kuva 4. Meluesteen sijoittaminen ratapoikkileikkaukseen.



Kuva 5. Meluesteen sijoittaminen ratapoikkileikkaukseen ratajohtopylväiden kohdalla.

#### 4.4 Sijoittaminen sillalle

Rautatiesillalla meluste sijoitetaan kuten edellisessä kappaleessa RAMOn /1/ siltojen kaiteille asetettujen vaatimusten mukaisesti.

Erityisen huolellinen on oltava suunniteltaessa melusteen siirtymistä maastosta sillalle ja päinvastoin. Sillan luiskarakenteet tai siirtymärakenteet saattavat vaikuttaa ratkaisevasti valittaviin ratkaisuihin.

Melusteella on useimmiten järkevää korvata olemassa oleva rautatiesillan kaide. Olemassa olevan reunapalkin kestävyys on tarkistettava ja tarvittaessa reunapalkkia on vahvistettava.

Tiesiltojen mukaisesti rautatiesilloilta ja erityisesti ratasilloilta (vesiasteen ylittäviltä rautatiesilloilta) on usein mahdollisuus järjestää hyviä näkymiä läpinäkyvillä melusteilla. Silloilla on kuitenkin otettava huomioon, että sillan ympäristössä melulla on yleensä mahdollisuus levitä laajalle, joten suojaustarvekin on suuri.

Rautatiesilloilla näkymätarpeet sekä katselukorkeudet ja -kulmat ovat tarkoin määriteltävissä, jolloin on mahdollista saada järkevällä sijoittelulla pienilläkin läpinäkyvien osuuksien määrällä hyvät näkymät. Näkymien järjestämisestä on kerrottu enemmän läpinäkyvissä rakenteissa kohdassa 7.6.

#### 4.5 Korkeusasema

Melusteen yläreunan korkeusasema määritellään melulaskelmien perusteella ja sidotaan viereisen raiteen korkeusasemaan. Meluste on siten yleensä viereisen raiteen mukaisessa suunnassa ja kaltevuudessa.

Jos radan toisella puolella on jo meluste, uuden melusteen lisääminen saattaa aiheuttaa myös korotustarvetta olemassa olevalle melusteelle. Tarkemmin asiaa on käsitelty Melusteet-julkaisun /10/ kohdassa 3.4.4.

#### 4.6 Sähköturvallisuus

Melusteen sijoituksella tai rakenteella ei saa aiheuttaa sähköturvallisuusriskejä. Kiipeäminen melusteen päälle tai yli on estettävä esimerkiksi julkisivupintojen valinnoilla tai kiipeämisesteillä. Melusteen yläreuna pyritään suunnittelemaan sellaiseksi, että sen päällä seisominen ei olisi mahdollista.

Erityisesti on estettävä kiipeäminen ratajohtopylväiden tai muiden vastaavalaisten rakenteiden kautta lähelle jännitteisiä osia.

Sähköturvallisuuteen liittyvistä määräyksistä on lisätietoja julkaisuissa Sähköratamääräykset /2/ ja Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin /8/.

#### 4.7 Maadoittaminen

Suunnittelussa huomioidaan, että rautatiealueella olevat meluesteet on maadoitettava. Maadoituksen osalta noudatetaan RAMOn osan 5 Sähköistetty rata /1/ kohdan 5.3.6 ohjeita. Maadoitus on suunniteltava ja tehtävä myös työnaikaista tilannetta varten.

Jännitteelle alttiit johtavat osat on suojamaadoitettava paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen. Maadoittamisvaatimus pätee, jos rakenteen vaakasuora etäisyys 25 kV johtimesta on vähemmän kuin 2,50 m tai paluujohtimesta vähemmän kuin 1,50 m taikka sähköistetyn raiteen keski-viivasta vähemmän kuin 5,00 m. Irrallisia esineitä ei kuitenkaan vaadita suojamaadoitettavaksi.

Suojamaadoituksen sähkönjohtavuuden on vastattava sähkönjohtavuudeltaan  $25 \text{ mm}^2$ :n kupariköyttä tai  $50 \text{ mm}^2$ :n kuumasinkittyä terästä.

Sähköisesti yhtenäiset, alle 50 m pituiset meluesteet maadoitetaan yhdestä pisteestä. Jos meluste on pitempi kuin 50 m, se maadoitetaan molemmista päistä sekä noin 50 m välein. Jos maadoittaminen tehdään ratajohtopylvääseen, maadoitusten väli voi olla sama kuin ratajohtopylväillä (noin 60–70 m).

Jos meluste poistuu selkeästi maadoitusalueen ulkopuolelle, maadoitus tehdään kohtaan, josta meluste poistuu maadoitusalueelta. Lisäksi poistumiskohtaan tehdään heti maadoitusalueen ulkopuolelle melusteeseen vähintään 2,5 m:n pituinen osuus, joka on eristetty maadoitusalueen puoleisesta meluesteen osuudesta, maadoitusalueen ulkopuolisesta meluesteen osuudesta sekä maasta.

Meluesteen yläreunassa on oltava metallinen, paljas suojamaadoitettu metalliosa, joka on jatkuva radan suunnassa ja täyttää suojamaadoitusjohtimelle asetetut sähkönjohtavuusvaatimukset. Liittäminen paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen tehdään kuten edellä.

Yläreunan suojamaadoitetun metalliosan täytyy olla sellainen, että jos sähköistetyn raiteen ajolanka katkeaa meluesteen alueella ja katkennut langanpää sinkoutuu seinän päälle, lanka osuu todennäköisimmin ensiksi suojamaadoitetun metalliosan paljaaseen kontaktipintaan.

Meluesteen sähköä johtavat pystyrungot ja jatkuvat vaakasuorat rakenteet on myös oltava suojamaadoitettuja radan suunnassa vastaavasti kuten seinän yläreunan maadoitusosa.

Jos seinän yläreunan maadoitusosa toimii myös runkorakenteiden maadoituksena, runkorakenteiden ja yläreunan maadoitusrakenteen välisten liitosten on täytettävä suojamaadoitusjohtimelle asetetut sähkönjohtavuusvaatimukset.



Runkorakenteiden välissä olevia irrallisia osia, jotka eivät ole jatkuvia radan suunnassa, ei tarvitse suojamaadoittaa.

Jos suojamaadoitettujen pystyrunkojen väli on erityisen pitkä, maadoitustapa on hyväksytettävä erikseen.

Myös käynti- ja ajoportit maadoitetaan vastaavalla tavalla kuin melueste.

Sähköistämättömän raiteen vieressä varaudutaan myös rakenteessa myöhempään mahdolliseen radan sähköistämiseen siten, että rakenteessa on otettu valmiiksi huomioon liitännämahdollisuus maadoitusverkkoon sekä este täyttää maadoituksellisesti edellä esitetyt vaatimukset.

Meluesteen maadoituksen suunnittelu ja toteuttaminen jaetaan kahteen osaan:

1. Meluesteen pituussuuntainen kiskoon liitännäsuunnitelma, joka sisältää työselityksen sekä liitteen 18 mukaisen lomakkeen. Suunnitelman tekee pätevyyden omaava henkilö meluesteen yleissuunnitteluvaiheessa. Em. suunnitelman tarkistamisen ja meluesteen liittämisen melueterakenteessa olevista maadoituskorvakkeista paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen tekee rekisteröitynyt sähköurakoitsija meluesteen rakentamisen yhteydessä.
2. Varsinaisen melueterakenteen maadoitussuunnittelu ja maadoituksen rakentaminen tehdään tämän ohjeen mukaisesti rakentamissuunnitteluvaiheessa. Melueterakenteessa on oltava valmiit maadoitusohjeiden mukaiset maadoituskorvakkeet meluesteen sähköisen jatkuvuuden mittaamista ja meluesteen maadoituksen liittämiseksi paluukiskoon tai M-johtimelliseen ratajohtopylvääseen. Maadoituskorvakkeiden sijainnit meluesteessä suunnitellaan yleissuunnitteluvaiheessa tehdyn kiskoon liitännäsuunnitelman mukaisiin kohtiin.

Em. maadoitussuunnitelmat laaditaan meluestekohtaisesti tämän ohjeen sekä liitteiden mallilomakkeen ja mallipiirustuksen mukaisesti.

Pääurakoitsijan on laadittava yhdessä maadoitusurakoitsijan kanssa suunnitelma työnaikaisesta maadoituksesta ja esitettävä se hyväksyttäväksi RHK:lle.

Meluesteen sähköinen jatkuvuus varmistetaan suorittamalla peräkkäisten maadoituspisteiden välillä resistanssimittaus. Mittauksen tekee rekisteröitynyt sähköurakoitsija mittalaitteella, jonka jännite kuormittamattomana on 4–24 V tasa- tai vaihtojännitettä ja jonka mittausvirta on vähintään 0.2 A. Mittausalueeksi valitaan 0–3  $\Omega$ . Mittauksesta laaditaan pöytäkirja.

#### 4.8 Maisemointi

Maastoon sijoittamisesta ja maisemoinnista on annettu ohjeita Meluesteet-julkaisussa /10/. Meluesteen eteen istutettavien puiden ja pensaiden valinnassa on otettava huomioon se, ettei meluesteen kunnolle, säilyvyydelle tai huollolle aiheuteta ylimääräisiä vaikeuksia. Esimerkiksi tiheitä pensaita on vältettävä välittömästi puurakenteiden edessä.

Toisaalta tiheillä pensasistutuksilla tai puilla meluesteen edessä voidaan vähentää ilkivaltaa ja töhrimistä.

Ilkivallalle alttiilla alueilla tulisi myös välttää luiskaverhouksia irtokivillä tai muilla vastaavilla ilkivallan mahdollistavilla irtomateriaaleilla.

Puiden korkeus ja sijainti eivät myöskään saa mahdollistaa kiipeämistä meluesteen päälle.

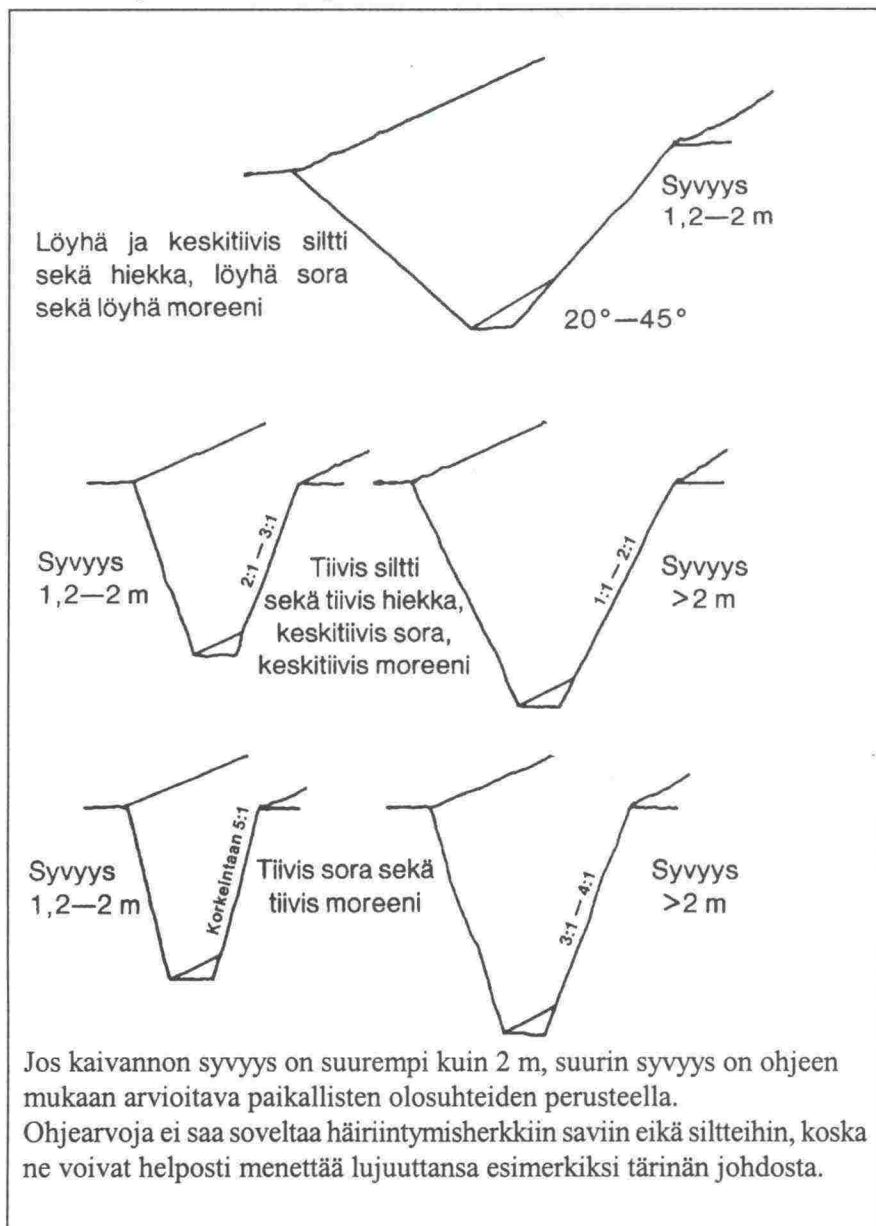
## 5 MAA- JA POHJARAKENTAMISEN SUUNNITTELUPERUSTEET

## 5.1 Kaivannot ja täyttötöyt

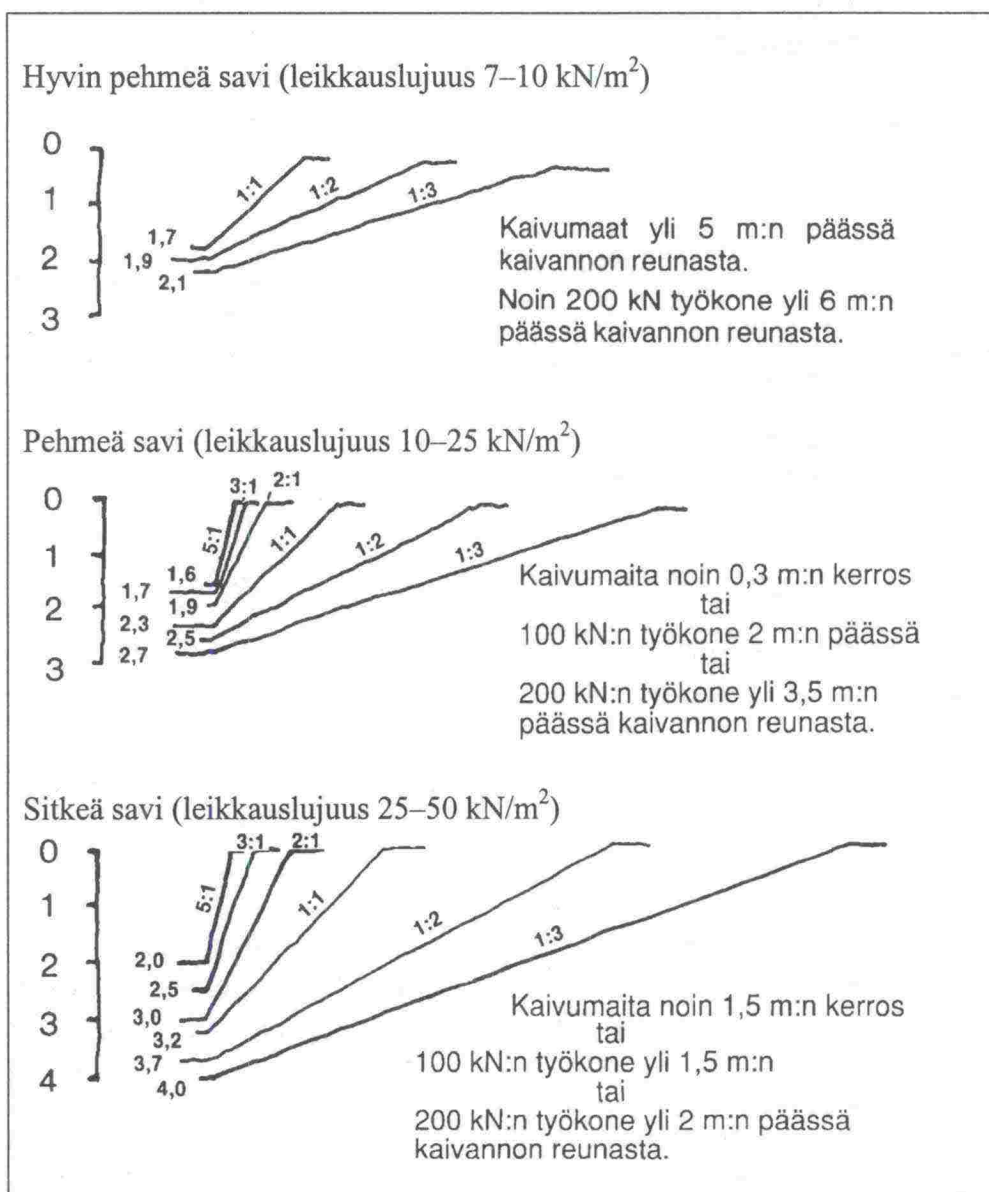
Rakennettaessa meluseinää radan viereen kaikki ratapenkereeseen kohdistuvat kaivut on minimoitava ja tehtävä siten, ettei ratapenkereelle tai muille alueella oleville rakenteille aiheuteta haittaa tai vahinkoa.

Suunnitelmissa esitetään rakenteen tekemiseksi vaadittavien kaivujen kaivurajat sekä vaadittavat tukemistoimenpiteet.

Raidevarauksen aikaisissa kaivannoissa kaivutyö ja sitä välittömästi seuraava täyttötöy voidaan tehdä kuvien 6 ja 7 mukaisilla luiskakaltevuuksilla Kapeat kaivannot -julkaisun /40/ perusteella.



Kuva 6. Yleensä turvalliset luiskankaltevuudet karkearakeisilla maalajeilla /40/.

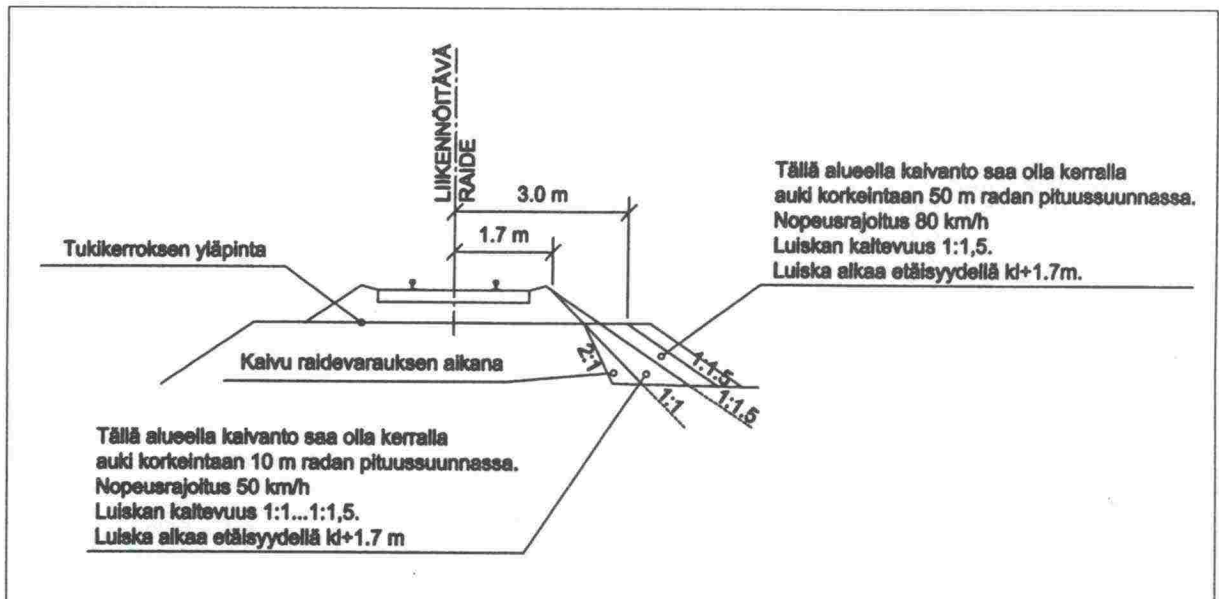


Kuva 7. Yleensä turvalliset luiskankaltevuudet savimaissa ja hienoissa silttimaissa /40/.



## 5 Maa- ja pohjarakentamisen suunnitteluperusteet

Radan vieressä tapahtuvissa raidevarauksen ja raideliikenteen aikaisissa kaivu- ja täyttötöissä noudatetaan karkearakeisilla maalajeilla kuvan 8 mukaisia luiskakaltevuuksia.



Kuva 8. Yleensä turvalliset luiskankaltevuudet raiteen vieressä tehtävissä kaivutöissä.

Kaivannon täyttö tehdään materiaalilla, joka täyttää RMYTL:n osassa 5 Maa-leikkaus- ja pengerrystyöt, kohdassa 5.3.2.2 /3/ eristyskerrokselle asetetut vaatimukset. Kaivannon täyttö ratapenkereen eristyskerroksen alapuolisilta osin voidaan tehdä materiaalilla, joka täyttää RMYTL:n osassa 5 Maa-leikkaus- ja pengerrystyöt, kohdassa 5.2.3 maapenkereelle asetetut vaatimukset. Täytössä käytettävän materiaalin maksimiraekoko ei saa olla enempää kuin puolet kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta. Täytössä käytettävän materiaalin maksimiraekoko on 63 mm. Täyttötyöt on tehtävä siten, että perustukset pysyvät paikoillaan.

Vanhoilla radoilla kaivanto voidaan täyttää kaivumailla, jos kaivumaat ovat routimatonta materiaalia ja valmiin täytön kantokyky vastaa olemassa olevan penkereen kantokykyä. Urakoitsijan on osoitettava pohjatutkimuksin kaivumaiden soveltuvuus täyttömateriaaliksi ennen täyttöä.

### 5.2 Perustaminen

Ratapenkereen luiskan ulkopuolelle sijoitettavien meluesteiden perustamisessa voidaan noudattaa ohjeita Meluesteperustukset /19/ ja Sivukuormitetut pilariperustukset /21/.

Runkorakenteen kiinnityksen perustuksiin tulee olla rakenteeltaan sellainen, että se sallii seinän kallistumien korjaamisen.

Maanvaraisesti ratapenkereen luiskaan tai ratapenkereen päälle perustettavan meluesteen perustamisessa noudatetaan Pohjarakennusohjeita /33/ tarkennettuna Rautateiden maanvaraiset pylväasperustukset -julkaisussa /9/ annetuilla ohjeilla, joista on kerrottu pääkohdat tässä ohjeessa.

Paaluperustuksen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan Pohjarakennusohjeita, Lyöntipaaluohjetta /35/, Teräspalkkipaaluohjeita /16/ ja /36/ sekä Porapaalutusohjetta /17/ käytettävästä paalutyypistä riippuen sekä näissä ohjeissa annettuja tarkennuksia.

Meluesteen perustusten on kyettävä kantamaan kaikki näissä ohjeissa mainitut mitoituskormat koko käyttöikänsä ajan. Perustuksille ei myöskään saa aiheutua mitoituskormista perustusten kantavuutta tai meluesteen kestävyyttä tai ulkonäköä heikentäviä siirtymiä koko käyttöikänsä aikana.

Perustusten sijaintipoikkeamat, painumat tai siirtymät eivät saa aiheuttaa meluesteelle asetettujen sijainti- ja suoruusvaatimusten ylittymistä koko meluesteen käyttöikänsä aikana.

#### **5.2.1 Maan- ja kallionvarainen perustus**

Kallionvarainen perustus suunnitellaan Pohjarakennusohjeiden mukaan.

Maavaraisen perustuksen geotekninen kantavuus on se pohjapaine, jolla on riittävä varmuus maapohjan murtumista vastaan ja jolla perustuksen kiertymät pysyvät sallituissa rajoissa. Geotekninen kantavuus määritellään täten murtotilan ja käyttötilan mitoituksen perusteella.

Perustusten pohjarakenteiden mitoituksessa suositellaan käytettäväksi rajatilamenetelmää.

Murtorajatilamitoituksessa maan lujuusparametrien laskenta-arvo saadaan jakamalla ominaisarvot taulukossa 1 esitetyillä osavarmuusluvulla.

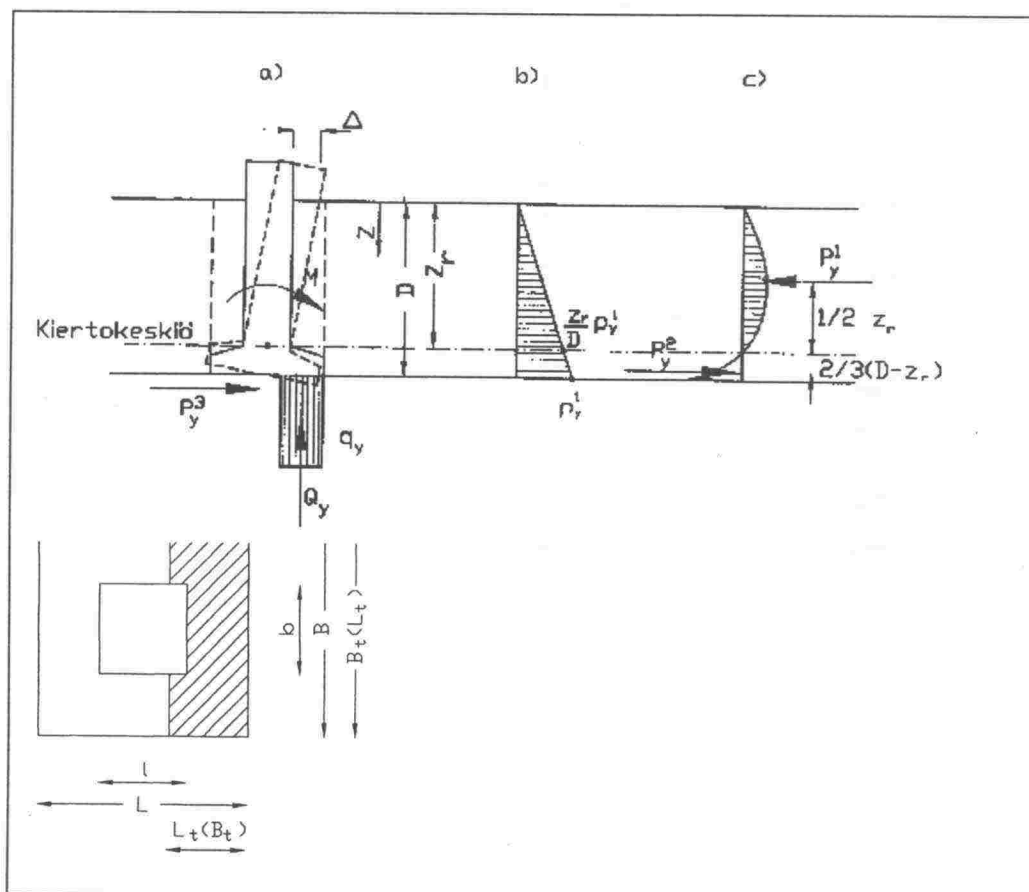
Kuorman osavarmuuslukuina pitää käyttää Suomen rakentamismääräyskokoelman RakMK B1 /32/ määräyksissä esitettyjä osavarmuuslukuja.

*Taulukko 1. Perustusten mitoituksessa käytettävät maakerrosten lujuusparametrien osavarmuusluvut murtorajatilassa.*

Kertoimen kohde	Osavarmuus-luku	Varmuusluvun käyttö
<b>Kitka</b> (anturoiden ja paalujen kantokyky)	1,25	$\tan \varphi_d = \tan \varphi / \gamma_\varphi$ , $\varphi$ on kitkakulman ominaisarvo $\varphi_d$ on kitkakulman laskenta-arvo
<b>Koheesio</b> (vakavuus ja maanpaine; työnaikaiset rakenteet)	1,5	$c_d = c / \gamma_c$ $c$ on koheesio ominaisarvo $c_d$ on koheesio laskenta-arvo
<b>Koheesio</b> (anturoiden kantokyky)	1,75	

Pohjarakennusohjeiden /33/ mukaan kantokyvyn määräävä pohja-paine lasketaan keskimääräisen tasaisesti jakautuneen pohjapaineen (kuva 9) mukaan. Pohjapaineen resultantin  $Q_y$  etäisyys perustuksen kiertokeskiöstä määräytyy kuormituksen epäkeskisyyden perusteella.

### 5.2.2 Anturallinen maanvaraisperustus



*Kuva 9. Anturan kantokyvyn määrittäminen.*

Kuormituksen aiheuttama pohjapaine tehokkaan pinta-alan suhteen:

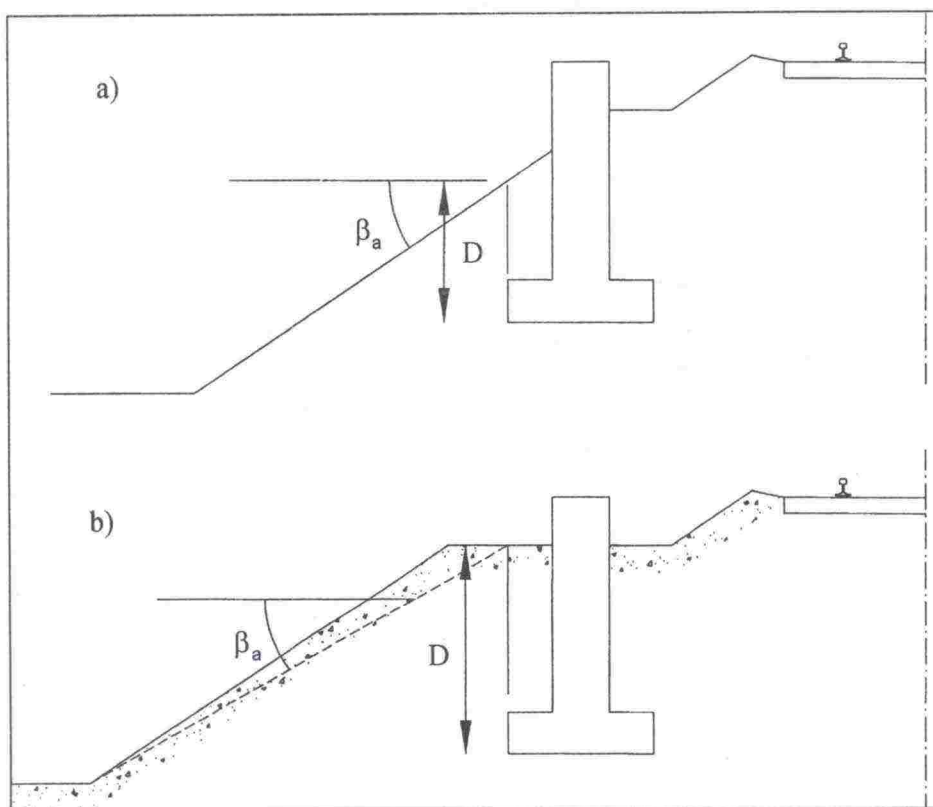
$$q = V/A_t$$

Anturan kantokyvyn määräämä keskimääräinen pohjapaine  $q_y$  saadaan kantavuus-kaavalla:

$$q_y = g \cdot (c_d N_c s_c i_c + \gamma'_1 D_a^1 N_D s_D i_D + 0.5 \gamma'_2 B N_B s_B i_B)$$

$g$  = rataluiskan kaltevuuden  $\beta_a$  perusteella määritelty korjauskerroin

Rataluiskassa luiskan kaltevuus  $\beta_a$  ja perustussyvyys  $D$  määritetään kuvan 10 mukaan.



Kuva 10. Rataluiskan kaltevuuden ja anturan perustamissyvyyden määrittäminen.

Korjauskerroin  $g$  määräytyy taulukon 2 mukaan



Taulukko 2. Korjauskerroin  $g$  luiskan kaltevuuden  $\beta_a$  funktiona.

Luiskan kaltevuus $\beta_a$	Korjauskerroin $g$
1:4	0,58
1:3	0,48
1:2	0,35
1:1,5	0,23

Käyttörajatilamitoituksen perusteella perustusten siirtymä ja kiertymä ei saa ylittää kohdan 6.1 mukaisia arvoja.

Anturallisen perustuksen kiertojäykkyyttä voidaan arvioida laskemalla eri osien kiertojäykkyys yhteen, joten momentin aiheuttama kiertymä voidaan laskea seuraavasti:

$$\theta = \frac{M}{\chi^a + \chi^p}$$

Alustalukukertoimen  $n_h$  voidaan käyttää kiertokeskiön yläpuolisen maanpainejakauman painopisteen kohdalla olevaa alustalukukertoimen arvoa. Alustalukukerroin voidaan laskea avoimen tilan kimmomoduulin  $E_d$  avulla seuraavasti:

$$n_h = 0,9 \cdot \frac{E_d}{\frac{1}{2} \cdot z_r}$$

Anturaosan kiertojäykkyys  $\chi_a$  lasketaan kaavalla:

$$\chi^a = \frac{M}{\theta} = \frac{1}{\frac{(1-\nu^2) \cdot I_m}{B \cdot L^2 \cdot E_s}} = \frac{B \cdot L^2 \cdot E_s}{(1-\nu^2) \cdot I_m}$$

Pilariosan kiertojäykkyys lasketaan kaavalla:

$$\chi^p = \frac{M}{\theta} = \left( \frac{1}{9} \cdot n_h \cdot z_r^2 \cdot D_p^1 - \frac{1}{36} \cdot n_h \cdot z_r^3 \right) \cdot z_r$$

Perustuksen mitoista riippuva muotokerroin  $I_m$  sekä käytettävät maan lujuusparametrit on esitetty taulukoissa 3, 4 ja 5.

Taulukko 3. Jäykän perustuksen muotokerroin  $I_m$ 

Perustuksen muoto	$I_m$
Ympyrä	6,0
Neliö	3,7
Nelikulmio $L/B=$	
0,2	2,29
0,5	3,33
1,5	4,12
2	4,38
5	4,82
10	4,93
100	5,06

Taulukko 4. Eri maalajien Poissonin lukuja.

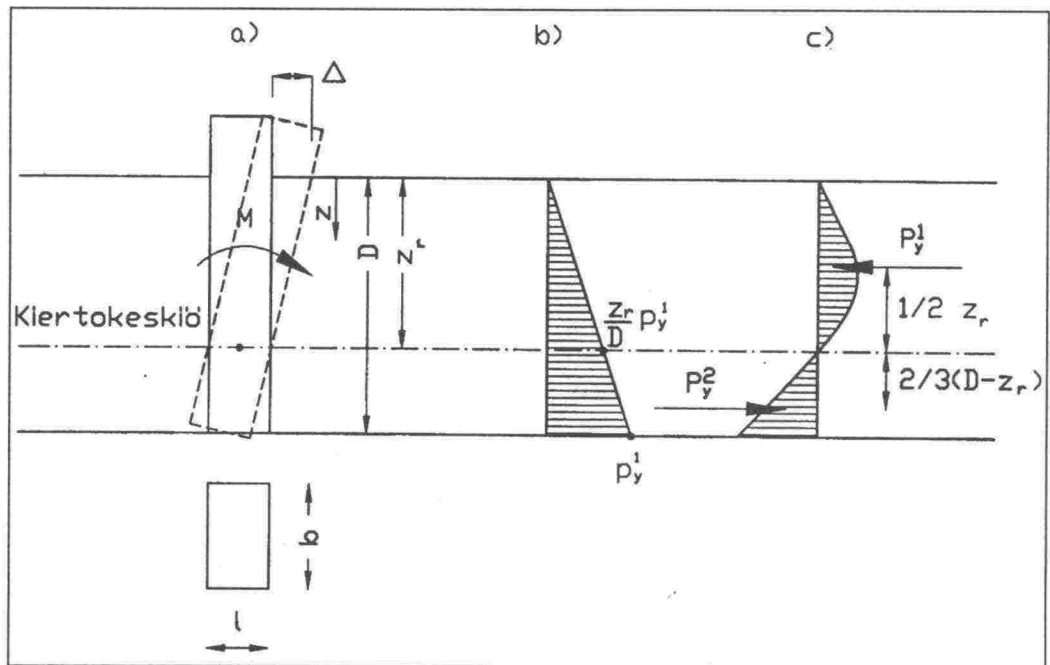
Maalaji	$\nu$
Kyllästynyt savi	0,4–0,5
Kyllästymätön savi	0,1–0,3
Hiekkainen savi	0,2–0,3
Siltti	0,3–0,35
Karkea hiekka (huokosluku = 0,4–0,7)	0,15
Hieno hiekka (huokosluku = 0,4–0,7)	0,25
Kallio	0,1–0,4

Taulukko 5. Maalajien tyypillisiä kimmomoduulin arvoja.

Maalaji	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Hyvin pehmeä savi	0,3–3,0
Pehmeä savi	2,0–4,0
Keskitiivis savi	4,5–9,0
Tiivis savi	7,0–20,0
Hiekkainen savi	30,0–42,5
Moreeni	10,0–160,0
Silttinen hiekka	5,0–20,0
Löyhä hiekka	10,0–25,0
Tiivis hiekka	50,0–100,0
Löyhä sora	80,0–200,0
Tiivis sora	50,0–140,0
Siltti	2,0–20,0

### 5.2.3 Pilarimainen maanvaraisperustus

Kuormituksen aiheuttama pohjapaine tehokkaan pinta-alan suhteen (kuva 11).



Kuva 11. Jäykän pilarimaisen maanvaraisperustuksen mitoittaminen.

Tasapainoehdosta kiertokeskiön ympäri saadaan momentin aiheuttama perustuksen yläpinnan siirtymä ja kiertymä:

$$\Delta = \frac{\frac{243}{10} \cdot M}{n_h \cdot D^3}$$

$$\theta = \frac{\Delta}{\frac{2}{3} \cdot D}$$

Alustalukukertoimen  $n_h$  voidaan käyttää kiertokeskiön yläpuolisen maanpainejakauman painopisteen kohdalla olevaa alustalukukertoimen arvoa. Alustalukukerroin voidaan laskea avoimen tilan kimmomoduulin  $E_d$  avulla seuraavasti:

$$n_h = 0,9 \cdot \frac{E_d}{\frac{1}{2} \cdot z_r}$$

Oletetaan RSO:n /5/ mukaisesti, että passiivipaineen kehittymiseen vaadittavan siirtymän suuruus on 0,002 kertaa levymäisen maata vasten siirtyvän kappaleen korkeus.

Anturattoman perustuksen murtomomentti voidaan laskea tällöin seuraavasti:

$$M_u = \frac{20}{243} \cdot \omega \cdot \gamma' \cdot K_p \cdot b \cdot D^3$$

Täyden passiivipaineen kehittymiseksi vaadittava kiertymä vastaa siirtymän suuruutta 0,002 kertaa kiertokeskiön yläpuolisen osan korkeus:

$$\theta_u = \frac{y_u}{\frac{1}{2} \cdot z_r} = \frac{0,002 \cdot z_r}{\frac{1}{2} \cdot z_r} = 0,004 = 4\text{‰}$$

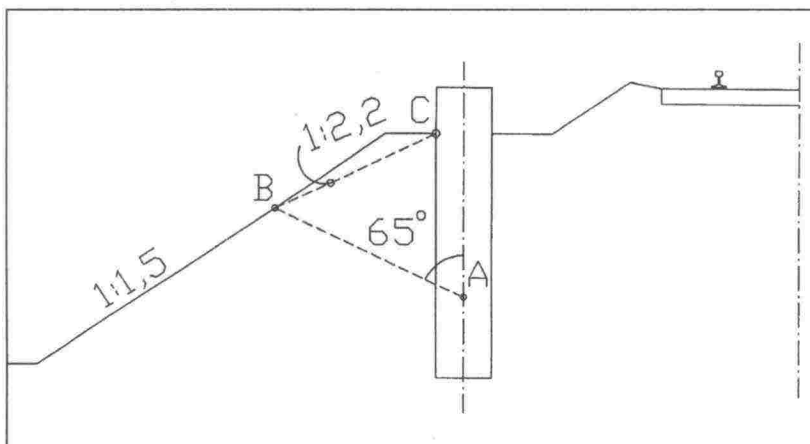
Luiskassa olevan luiskaan päin kuormitetun perustuksen kiertymät saadaan jakamalla tasamaalla olevan perustuksen kiertymät luiskan kaltevuudesta riippuvalla kertoimella  $\alpha$  (taulukko 6).

Luiskassa olevaan perustukseen vaikuttavan sivupaineen suuruus saadaan kertomalla tasamaalla olevaan perustukseen vaikuttava sivupaine luiska-kertoimella  $\alpha$  (taulukko 6).

Luiskan kaltevuus määritetään kuva 12 mukaan.

*Taulukko 6. Luiskassa olevan perustuksen kiertymien ja sivupaineen määrittämisessä käytettävä luiskakerroin  $\alpha$  luiskan kaltevuuden  $\beta_p$  funktiona.*

Luiskan kaltevuus $\beta_p$	Luiskakerroin $\alpha$
1:4	0,67
1:3	0,56
1:2	0,42
1:1,5	0,33



*Kuva 12. Luiskan kaltevuuden määrittäminen, kun luiska ei ala heti perustuksen etureunasta.*



### 5.2.4 Paaluperustus

Sivukuormitetun paalun käyttäytyminen riippuu maan ja paalun suhteellisesta jäykkyydestä, jota voidaan arvioida parametrilla  $R$  koheesiomaassa ja parametrilla  $T$  kitkamaassa.

$$R = \sqrt[4]{E_p \cdot I_p / E_s}$$

$$T = \sqrt[5]{E_p \cdot I_p / n_h}$$

$E_p I_p$  = paalun jäykkyys

$E_s$  = koheesiomaan vaakasuuntainen moduuli

$n_h$  = kitkamaan vaakasuuntainen alustelukerroin

Kun paalun upotussyvyyden ja parametrin suhde  $L/R$  tai  $L/T$  on enintään kaksi, käsitellään paalua jäykästi maassa kiertyvänä kappaleena edellisen kappaleen mukaisesti.

Kun paalun upotussyvyyden ja parametrin suhde  $L/R$  tai  $L/T$  on vähintään neljä, ei paalun upotussyvydellä ole enää vaikutusta paalun murto-mekanismiin.

Kun paalun upotussyvyyden ja parametrin suhde  $L/R$  tai  $L/T$  on 2–4, väli-arvot voidaan interpoloida.

Paaluperustuksen tarkasteluun riittävän tarkkuuden omaavia menetelmiä ovat analyttisistä menetelmistä NDS-metodi sekä numeerisista menetelmistä FEM.

FEM-jousimallia käytettäessä voidaan käyttää perinteistä tapaa, jossa jousivoimalla kuvattava maan sivuvastus kasvaa lineaarisesti ääriarvoonsa saakka ja on tämän jälkeen vakio siirtymän kasvusta huolimatta.

Luiskan vaikutus otetaan huomioon käyttämällä maajousissa alhaisempaa jännitystasoa. Maajousia redusoidaan käyttämällä syvyyden  $z$  arvona paalun pinnasta kaksinkertaisen paalun halkaisijan etäisyydellä olevaa arvoa kuvan 13 mukaisesti.



### 5.4 Koekuormitus

Jos perustukset halutaan suunnitella näistä suunnitteluohjeista poiketen, perustusten jäykkyys ja kantokyky vaakakuormituksella on osoitettava koekuormituksin seuraavien vaatimusten mukaisesti.

Koekuormitettavien perustusten tai paalujen määrä tulee olla vähintään 10 % perustusten kokonaismäärästä. Rakennuttaja valitsee koekuormitettavat perustukset.

Perustukset kuormitetaan käyttötilan vaakakuormille radasta poispäin.

Koekuormitus tehdään portaittain viidessä vaiheessa siten, että jokaisessa portaassa lisätään 4 kN. Jokaisella kuormitusportaalla kuorman annetaan vaikuttaa niin kauan, että siirtymä on  $\leq 0.05$  mm/min, vähimmäiskuormitusajan ollessa kuitenkin 10 min.

Portaittainen koekuormitus toistetaan jokaiselle koekuormitettavalla perustukselle vähintään kolme kertaa. Jokaisen kerran jälkeen annetaan siirtymien palautua. Jos siirtymät kasvavat edelleen kolmannella kerralla, toistoja on lisättävä siten, etteivät siirtymät enää kasva perustuksen yläpään suurimman siirtymän määrittämiseksi käyttötilassa.

Koekuormituksista pidetään pöytäkirjaa kuormituksista ja perustusten yläpään siirtymistä ajan funktiona. Tuloksista laaditaan aika-kuormitus- ja aika-siirtymäkäyrät. Eri kuormitusvaiheiden tulokset yhdistetään kuormitus-siirtymäkäyrään, josta käy ilmi, pystyvätkö käyttötilan siirtymät sallituissa rajoissa.

## 6 RAKENTEELLISET SUUNNITTELUPERUSTEET

Melusteiden rakenteet ja materiaalit suunnitellaan kestämaan ja toimimaan vaaditun käyttöiän. Melusteessa ei saa tapahtua tässä ohjeessa annettuja arvoja suurempia siirtymiä tai taipumia suunnitellun käyttöiän aikana. Kiinnitysten on oltava luotettavia eikä meluste saa alkaa rämistä suunnitellun käyttöiän aikana.

### 6.1 Rakenneosien siirtymät ja taipumat

Perustusten siirtymät lasketaan kohdan 5.2 ohjeiden mukaisesti.

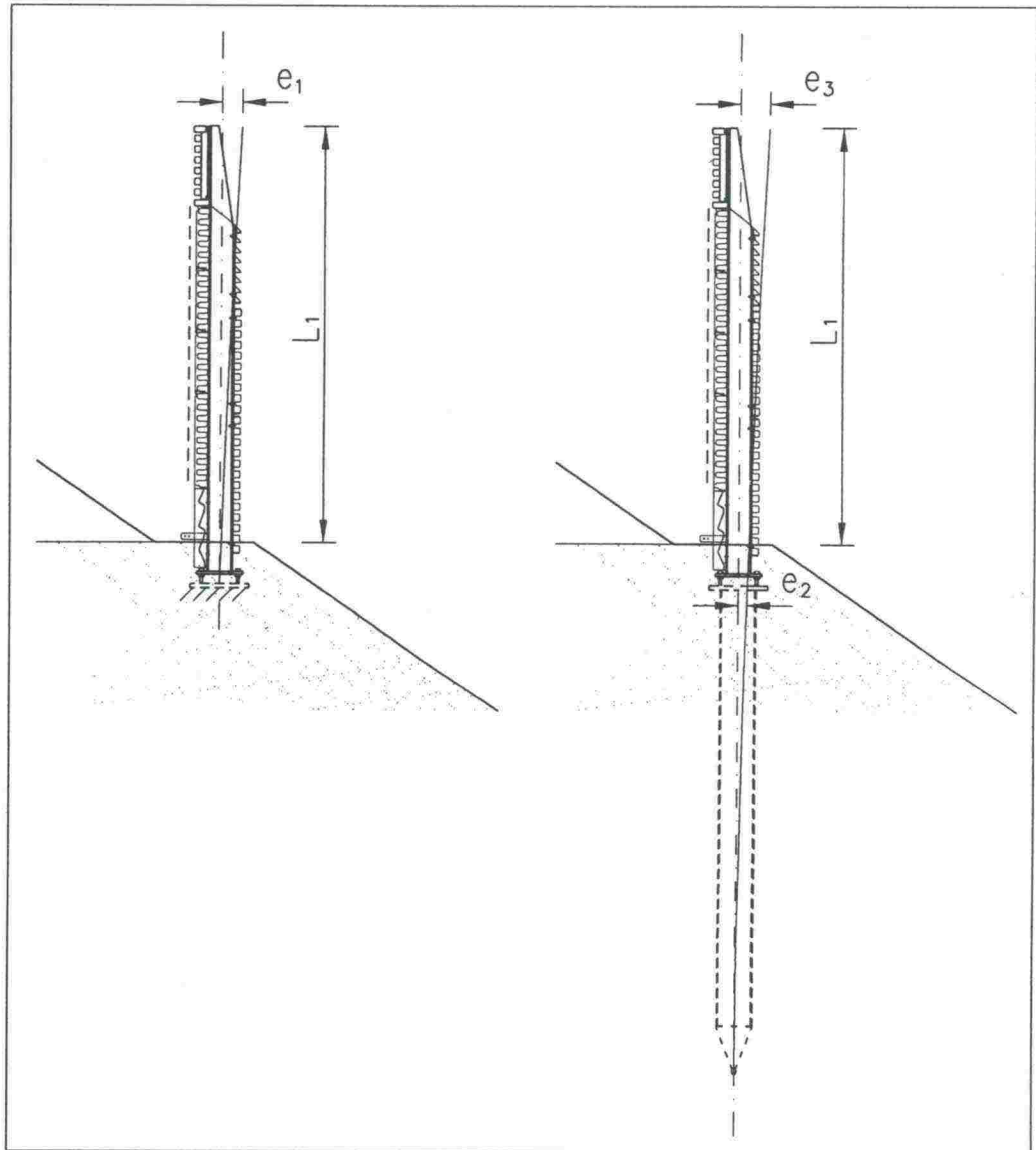
Perustusten siirtymät huomioidaan määriteltäessä yläreunan kokonaissiirtymä vaakakuormituksesta.

- a) Runkotolpan yläpään sallittu sivusiirtymä (taipuma)  $e_1 < L_1/150$ , jossa  $L_1$ =runkotolpan korkeus maanpinnasta, ks. kuva 14.
- b) Paalun sallittu sivusiirtymä  $e_2 < 2,2 \cdot \gamma \cdot d \cdot K_p / N_h$  (RSO 4.2.1 /5/).
- c) Paalun ja runkotolpan sallittu sivusiirtymä yhteensä runkotolpan yläpäässä  $e_3 < L_1/75$  tai  $e_3 < 50$  mm, jossa  $L_1$ =runkotolpan korkeus maanpinnasta.

Sivusiirtymä  $e_3$  muodostuu paalun sivusiirtymästä  $e_2$  sekä paalun yläpään kiertymästä ja runkotolpan taipumasta.

Seinäelementti saa taipua enintään 50mm.





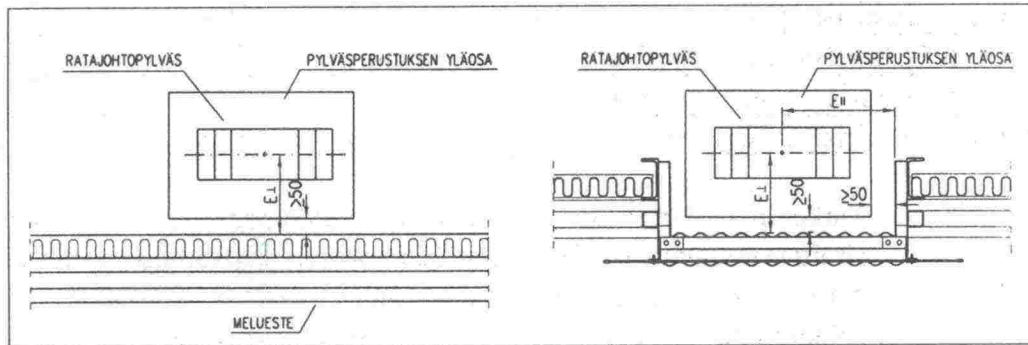
Kuva 14. Rakenneosien siirtymät ja taipumat.

## 6.2 Ratajohtopylväät

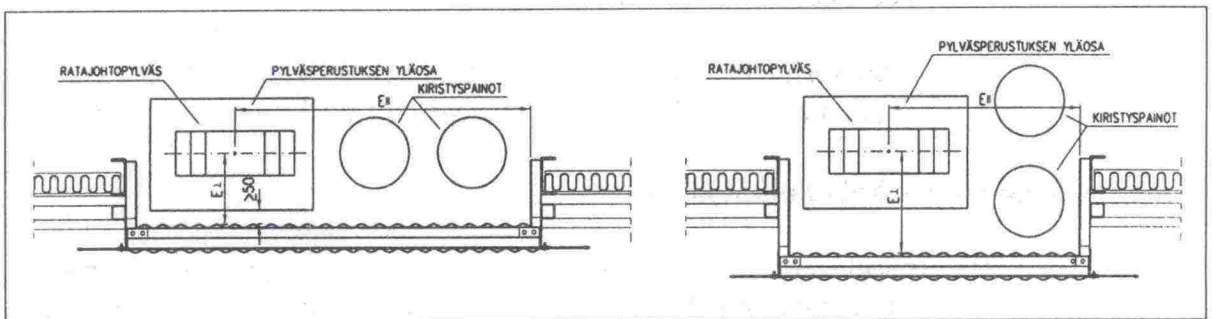
Meluesteet sijoitetaan yleensä siten, että ratajohtopylväät jäävät rautatiealueen puolelle meluestettä. Melueste voi sijaita joko tasaisen etäisyyden päässä viereisestä raiteesta ratajohtopylväiden takana tai siten, että melueste on pylväslinjalla ja pylväiden kohdalla estettä joko mutkataan tai limitetään. Meluesteen sijoittamista pylväslinjalle on vältettävä, jos meluesteen alueella ratajohtopylväiden sijaintimuutokset voivat olla todennäköisiä. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi ratapihat ja vaihdealueet.

Jos ratajohtopylväät aiotaan jättää meluesteen ulkopuolelle rataan nähden, siitä on saatava RHK:n hyväksyntä.

Meluesteen rakenteet eivät saa olla kiinni ratajohtopylväissä tai pylväsperustuksissa. Pylväät ja pylväsperustukset on myös oltava silmämääräisesti tarkastettavissa radan varressa suoritettavien kävelytarkastusten yhteydessä. Seinän sisäpinnan ja ratajohtopylvään sekä anturan yläosan väliin on jätävä vähintään 50 mm:n levyinen tila. Melueste voidaan sijoittaa tavanomaisten ratajohtopylväiden ja pylväsperustuksien suhteen kuvien 15 ja 16 sekä taulukon 7 mukaisille etäisyyksille ratajohtopylvään keskilinjasta.



Kuva 15. Meluesteen sijoittaminen ratajohtopylväiden suhteen.



Kuva 16. Meluesteen sijoittaminen kiristyspainollisten ratajohtopylväiden suhteen.

Taulukko 7. Meluesteen ulkopinnan etäisyydet ratajohtopylväistä.

RATAJOHTOPYLVÄÄN PYLVÄSTYYPPI	Pienin etäisyys $E_{\perp}$ [mm]	Pienin etäisyys $E_{\parallel}$ [mm]
I-pylväs	400	300
P-pylväs	350	500
R-pylväs	500	500
I-pylväs, kiristyspainot peräkkäin radan suunnassa	400	1200
P-pylväs, kiristyspainot peräkkäin radan suunnassa	350	1500
R-pylväs, kiristyspainot peräkkäin radan suunnassa	500	1500
I-pylväs, kiristyspainot vierekkäin radan suunnassa	500	800
P-pylväs, kiristyspainot vierekkäin radan suunnassa	500	1000
R-pylväs, kiristyspainot vierekkäin radan suunnassa	500	1000

Tarkempien kartoitustulosten ja tarkastelujen perusteella melueste voidaan sijoittaa taulukon arvoja lähemmäskin ratajohtopylväitä, jos esitetty 50 mm:n etäisyysvaatimus anturasta ja ratajohtopylvästä on voimassa. Meluesteen sokkelilinja voi esimerkiksi olla anturan kohdalla etäämmällä seinälinjasta, jolloin melueste saadaan lähemmäksi ratajohtopylväitä. Tällöin on oltava tarkka tieto ratajohtopylvään perustuksen yläpinnan korkeusasemasta.

Erikoisemmissa tapauksissa tarkempia ohjeita ja hyväksynnän voi pyytää hankekohtaisesti rautatiealueen kunnossapitäjältä.

Erityisesti ratajohtopylväiden kohdilla on estettävä kiipeäminen meluesteen kautta ratajohtopylvääseen ja edelleen pylvään jännitteisiin osiin.

### 6.3 Huoltotiet, kulkuaukot ja portit

Osalle rautatiealueen huollettavista kohteista on järjestettävä huoltotie, osalle riittää pelkkä kulkumahdollisuuden järjestäminen. Meluesteiden rakentaminen saattaa muuttaa huoltotiejärjestelyjä kokonaisuudessaan rakentamisalueella, joten huoltoteiden tarve kartoitetaan meluesteen suunnittelun yhteydessä ja suunnitellaan tarvittavat muutokset. Huoltokohteisiin, jotka eivät tarvitse huoltotietä, on järjestettävä kulkuportteja siten, että kävely-matka huoltokohteelle meluesteen sisäpuolella olisi korkeintaan 100 m.

Lisäksi on otettava huomioon määräykset hätäpoistumisteiden järjestelyistä.

Kulkuaukot meluesteessä varustetaan lukittavilla porteilla, joiden sijainnit, koot ja läpikulukorkeusvaatimukset ilmoitetaan yleissuunnitelmassa.

Ajoneuvoliikenteen portit suunnitellaan yleensä radan puoleiselle seinäpinnalle liukuvina ajoportteina. Pienemmät henkilön mentävät käyntiportit on yleensä saranoitu ja ne aukeavat turvallisuussyistä radalta pois päin.

Yleissuunnitelmassa ilmoitetaan, jos portti korvaa aikaisemman kulkuportin tai on sijoitettu esim. olemassa olevan huoltotien kohdalle.



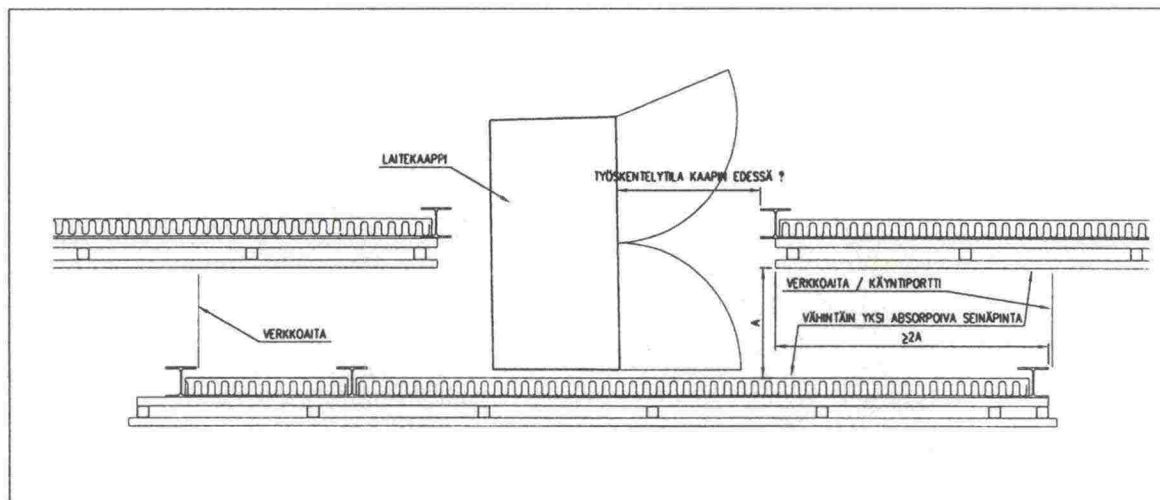
Porttien on vastattava ulkonäöltään meluestettä. Porttien akustisista vaatimuksista on annettu ohjeita kappaleessa 3.3.

Käyntiportti voidaan usein järjestää myös limittämällä meluesteitä 2 x portin leveyden pituiselta matkalta Meluesteet-julkaisun /10/ kohdan 3.3.5 edellytyksin sekä kuvan 17 mukaisesti, jolloin kulkuportilla meluesteen takana ei tarvita melusuojausvaatimusta.

#### 6.4 Vaihdealueet

Vaihdealueet ovat huollettavia kohteita. Huollettavia kohteita on sekä itse vaihteessa että vaihteeseen liittyvissä ohjauskaapeissa.

Vaihteiden huollettavuus varmistetaan kohtien 2.2.4 ja 2.2.5 mukaisin perustein.



Kuva 17. Meluesteen limittäminen laitekaapin kohdalla.

#### 6.5 Laitekaapit

Kunkin laitteen osalta varmistetaan laitteen omistajalta (tai ylläpitäjältä tai huoltajalta) sijoittuminen, huoltoyhteyden vaatimukset sekä käynti- tai ajoporttien tarve ja koko.

Laitekaappien huollettavuus varmistetaan kohtien 2.2.4 ja 2.2.5 mukaisin perustein.



### 6.6 Kaapelit, kaapelikanavat ja kaapelikaivot

Meluesteen suunnittelussa otetaan huomioon kaapelit. Mahdollisista siirroista sovitaan ao. kaapelin omistajan kanssa.

Suunniteltavan meluesteen kohdalla risteileviin kaapelikanaviin ja kaivoihin on oltava mahdollisuus tehdä kaapelivetoja myös meluesteen rakentamisen jälkeen. Kaapelikaivoihin tulee olla mahdollisuus päästä.

Jotta kaapelivetoja on mahdollista tehdä myöhemmin, meluste voidaan ongelmallisissa kohdissa tehdä sellaiseksi, että se voidaan helposti purkaa ja kasata uudelleen.

## 7 MATERIAALIEN KÄYTTÖ

Materiaalien valinnoissa on otettava huomioon kestävyys, ulkonäkö, kestoikä, huollettavuus, puhdistettavuus sekä osien vaihdettavuus.

Em. asioiden painoarvo määritellään yleissuunnitteluvaiheessa hankekohtaisesti ja tuodaan esiin suunnitelmaselostuksessa.

Maadoituksen kannalta on pyrittävä valitsemaan materiaaleja, jotka toimivat valmiiksi maadoitusverkon osana, jotta välttyttäisiin irrallisilta pelkästään maadoitusta varten lisättäviltä rakenteilta.

### 7.1 Betonirakenteet

Käytettäessä betonirakenteita meluesteinä tai meluesteen osana suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan pääasiassa Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osaa 3 /14/.

Huomiota on kiinnitettävä erityisesti valmiiden betonirakenteiden säilyvyyteen.

### 7.2 Teräsrakenteet

Teräsrakenteissa on otettava huomioon erityisesti maadoituksen suhteen esitetyt vaatimukset. Eri teräsmateriaalien yhdistelyssä on vältettävä sähkökemiallisesti aggressiivisia yhdistelmiä.

Teräsrakenteissa noudatetaan RIL 90–1996 Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet /37/ kohtia 4 ja 5 sekä soveltuvin osin julkaisuja Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osa 4 Teräsrakenteet /14/ sekä Rautatie-siltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R) /6/.

Teräsrakenteiden valmistustoleransseissa noudatetaan RIL 90 kohtien 4.27 ja 4.46 ohjeita.

Asennustoleranssit määräytyvät valmiin melueterakenteen toleranssien perusteella.

Teräsrakenteiden osien polttoleikkausluokka on 1/SFS-EN ISO 9013 /30/.

Hitsien laatuluokka on vähintään C / SFS-EN 25817 /31/.

Liitospulttien on oltava kuumasinkittyjä tai ruostumattomia sekä lujuusluokaltaan vähintään 8.8.

Muiden kuin seuraavassa esitettyjen teräsmateriaalien käytölle on saatava RHK:n hyväksyntä.

### 7.2.1 Rakenneteräksset

Rakenneterästen on oltava Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osassa 4.2.2 esitettyjen standardien mukaisia ja täytettävä esitetty materiaali-vaatimukset

Rakenneteräksissä käytetään teräslaatuina S235JRG2:ta ja S355J2G3:a tai näitä parempia teräslaatuja hitsattavuuden ja iskusitkeyden suhteen.

### 7.2.2 Muut teräsmateriaalit

Muilla teräsmateriaaleilla tarkoitetaan Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osassa 4.2.3 esitetyn määrityksen mukaisia teräsmateriaaleja.

Muita hyväksyttäviä teräsmateriaaleja ovat esimerkiksi:

- ruostumattomat teräksset AISI304, SFS725
- haponkestävät teräksset AISI316.

### 7.2.3 Pintakäsittelyt

Teräsrakenteiden pintakäsittelynä käytetään kuumasinkitystä, korroosionestomaalausta tai muuta RHK:n hyväksymää pinnoitetta.

Kuumasinkitys tehdään Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osan 4.5.4 mukaan.

Korroosionestomaalaus tehdään Sillanrakennuksen yleiset laatuvaatimukset (SYL) osan 4.5.3 mukaan, edellyttäen, että pintamaalina on polyuretaani-maali.

## 7.3 Ohutlevyrakenteet

Ohutlevyrakenteiden on oltava kuumasinkittyjä ja PVDF-pinnoitettuja tai muulla RHK:n hyväksymällä tavalla pinnoitettuja.

Ohutlevyrakenteiden ainepaksuuden on oltava vähintään 1,2 mm.

Maadoitusrungon osana toimivien levyrakenteiden ainepaksuuden on oltava vähintään 1,0 mm.

Ohutlevyjen pinnoitteen on täytettävä kohdan 3.7 vaatimukset.

## 7.4 Absorpoivat meluestekasetit

Kasettien eristävyys- ja absorptiovaatimukset on esitetty kappaleissa 3.3.1 ja 3.3.2. Kasettien radan puoleisten pintojen eheyssuhteen on oltava  $\geq 50 \%$ .

Akustiikkalevynä kasetissa käytetään kovaa mineraalivillaa tai muuta RHK:n hyväksymää absorpoivaa säänkestävää materiaalia. Kasettien on oltava tuulettuvia ja niissä on oltava vedenpoisto.

Kasettien on muodostettava väreiltään yhtenäinen kokonaisuus. Näkyviin jäävässä pinnassa ei saa olla värivaihteluja. Kaseteista mahdollisesti radalle näkyvän mineraalivillan on oltava väriltään kauttaaltaan samanlainen. Villan pinnan voi värjätä värivaihteluiden poistamiseksi tai haluttaessa tietty värisävy.

Kasetin osat kiinnitetään toisiinsa ruostumattomin ruuvein. Ruuvien lisäksi kasetin osien välisissä saumoissa on käytettävä elastista saumamassaa, jotteivät kasetit "rämise" junien aiheuttamasta painekuormituksesta. Kasettien kiinnityspultit pilareihin ovat kuumasinkittyjä. Kasettien saumat tiivistetään joustavalla saumanauhalla.

### 7.5 Puurakenteet

Melusteessä käytettävän puutavaran suhteen noudatetaan Tiehallinnon ohjetta Puun käyttö melusteissa /11/ seuraavin täsmennyksin.

Sahatavaran laatuluokkavaatimus on luokka B/RT21-10626.

Puuverhouksessa ei sallita jatkoksia ilman RHK:n suostumusta. Puuverhous jätetään esimerkiksi välikkeiden avulla vähintään 15 mm irti teräsrungosta.

Puuverhouksen kiinnityksissä ja liitoksissa käytettävien naulojen ja kiinnitysruuvien on oltava kuumasinkittyjä tai ruostumattomia. Jos naulojen kuumasinkitys vaurioituu naulauksen yhteydessä, naulojen kannat on maalattava ruosteenestomaalilla ennen asennuksen jälkeisiä maalauskerroja.

Puuverhouksen pohjamaalaukset on tehtävä ennen runkoon kiinnittämistä. Erityisesti pystypuiden päät maalataan huolellisesti. Puu saa olla alttiina auringonvalolle ennen maalausta enintään kaksi viikkoa ja puun kosteus saa olla maalattaessa enintään 18 %.

### 7.6 Läpinäkyvät rakenteet

Läpinäkyvän esteen tai esteen osan tarkoitus on yleensä tarjota näkymä radalta ympäristöön, ympäristöstä radalle tai rautatiealueen puolelta toiselle. Läpinäkyvyydellä voidaan myös keventää meluesteen ulkonäköä.

Jos läpinäkyvyydellä on tarkoitus lisätä näkyvyyttä tiettyyn suuntaan, katselukorkeus ja -kulma on otettava huomioon. Junasta päin katsottaessa katselukorkeus on yleensä 1,6–1,7 m:n korkeudella raiteen korkeusviivasta.

Läpinäkyvien materiaalien käytössä on ongelmana likaantuminen ja ilkivalta, mikä on otettava suunnittelussa huomioon. Läpinäkyvien materiaalien



käytöstä ja valinnoista on ohjeita Tiehallinnon julkaisussa Läpinäkyvien melusteiden käyttö /18/.

Käytettävien 'lasien' on oltava reunahiottuja. 'Lasituksen' alusnauhojen on oltava EPDM-kumia tai vastaavaa RHK:n hyväksymää materiaalia. 'Lasi' ei saa olla suorassa kosketuksessa metallisiin tukirakenteisiin.

Käytettävien tiivisteiden, alusnauhojen ja silikonimassojen tulee olla säänkestäviä ja ulkotiloihin tarkoitettuja.

Suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon läpinäkyvien rakenteiden lämpölaajeneminen.

#### **7.6.1 Laminoitu lasi**

- + Ei samennu, pysyy kirkkaana.
  - + Pysyy rikottunakin jonkin aikaa paikoillaan.
  - + Pieni lämpölaajeneminen.
- Saa käyttää melusteissa RHK:n suostumuksella.

#### **7.6.2 Karkaistu lasi**

- + Ei samennu, pysyy kirkkaana.
  - + Kestää laminoitua lasia paremmin iskuja ja kolhuja.
  - + Pieni lämpölaajeneminen.
  - Karkaistu laminoimaton lasi putoaa rikkoutuessaan pieninä siruina alas.
- Saa käyttää melusteissa RHK:n suostumuksella.

#### **7.6.3 Karkaistu ja laminoitu lasi**

Samat ominaisuudet kuin karkaistulla ja laminoidulla lasilla yhteensä. Käytetään melusteissa läpinäkyvillä osilla ellei suunnitelmaselostuksessa ole esitetty muuta materiaalia.

Ei käytetä ilkeivallalle alttiissa paikoissa ilman erillisiä suojaustoimenpiteitä.

#### **7.6.4 Akryyli**

- + Kestävää iskuja ja kolhuja lasia paremmin.
  - Voi himmentyä valon, pesun ja töhryjen poiston seurauksena.
  - Suuri lämpölaajeneminen.
- Voidaan käyttää melusteissa erityisesti rikkoontumiselle alttiissa kohteissa, kun osoitetaan kohteen vaatimusten mukaisesti materiaalin naarmuuntumattomuus sekä kestävyys töhryjen puhdistukselle ja UV-säteilylle.

### 7.6.5 Polykarbonaatti

- + Kestää parhaiten iskuja.
- Naarmuuntuu ja samentuu helposti.
- Suuri lämpölaajeneminen.
- Ei saa käyttää melusteissa.

### 7.6.6 Pinnoitettu polykarbonaatti

Pinnoitetuista polykarbonaattilevyistä kovapintainen UV:n kestävä polykarbonaatti soveltuu hyvin melusteisiin.

- + Kestää parhaiten iskuja.
- + Ei samennu niin herkästi kuin tavallinen polykarbonaatti töherryksen poiston ja UV-säteilyn vaikutuksesta.
- Kallis materiaali.
- Suuri lämpölaajeneminen.

Voidaan käyttää melusteissa rikkoontumiselle erityisen alttiissa kohteissa, kun osoitetaan kohteen vaatimusten mukaisesti materiaalin naarmuuntumattomuus sekä kestävyys töhryjen puhdistukselle ja UV-säteilylle.

## 7.7 Muut materiaalit

Muut käytettävät materiaalit hyväksytään RHK:lla joko yleissuunnittelu- tai rakennussuunnitteluvaiheessa.

## 8 SUUNNITELMISSA ESITETTÄVÄT ASIAT

Suunnitelmapiiirustukset laaditaan siten, että yleissuunnitelman suunnitelma-kartta sekä radan suuntainen pituusleikkaus ovat täydennettävissä rakennussuunnitteluvaiheessa. Erityisesti näissä piirustuksissa käytetään RHK:n siltapiirustusohjeiden mukaisia värejä ja kynäpaksuuksia. Kaikkien esitettävien viivojen ja objektien värien on oltava piirustustasoon sidottuja eikä viiva- tai objektikohtaisia.

Poikkileikkaukset yleissuunnitelmassa ovat viitteellisiä rakenneratkaisujensa suhteen, ellei suunnittelukohteen vaativuuden vuoksi ole haluttu määritellä tarkempia reunaehtoja.

Tämän ohjeen liitteenä on piirustuksia toteutetuista meluesteistä, joita on tarkoitus käyttää soveltuvin osin.

Liitepiirustuksessa 1 on piirustuksen nimiöksi vaihdettu mallinimiö, joka on myös täytetty toimimaan mallina. Mallin mukaista nimiötä on käytettävä kaikissa suunnitelmapiiirustuksissa korjattuna kyseisen piirustuksen tiedoilla.

### 8.1 Suunnitelmakartta

Suunnitelmakartassa esitetään kohdan 2 mukaiset tiedot. Suunnitelmakartan tietojen on oltava oikeassa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä kohdan 2.1.1 mukaisesti. Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmien tieto sekä eroavaisuuskaavat esitetään suhteessa mahdollisiin muihin järjestelmiin, joita käytetään suunnitelman lähtötietoina.

Suunnitelmakartassa esitetään myös seuraavassa esitettyihin asioihin liittyen tulevaisuuden suunnitelmat sikäli kuin ne vaikuttavat meluesteen suunnitteluun. Suunnitelmatieto on erotettava nykyisestä tiedosta esimerkiksi katkoviivalla ja selitysteksteillä.

Suunnitelmakartan tiedot kootaan tulostettavaan suunnitelmapiiirustukseen mielellään erillisinä referenssitiedostoina tai alkuperäisen lähtötieto-materiaalin on oltava erillisinä tiedostoina yleissuunnitelman suunnitelma-asiakirjoissa. Jos lähtötietojen runsaus tekee piirustuksesta vaikeasti luettavan, piirustusta on havainnollistettava esimerkiksi käyttämällä eri värejä lähtötiedoille.

- Pohjakartta esitetään siten, että se ei peitä varsinaista suunnitelmatietoa esim. ohuella kynäpaksuudella tai harmaasävyllä. Pohjakartassa olisi oltava mahdollisimman paljon tietoa meluesteen sijaintialueelta sekä laajemmaltakin alueelta siinä määrin kuin ne vaikuttavat melulaskelmiin. Tarvittavaa tietoa ovat esimerkiksi maaston korkeustiedot, tiet, rakennukset ja muut rakenteet, vesialueet, ojat.



- Kaavakartan tiedon pitää olla mahdollisimman tuoretta ja sitä on oltava niin paljon, että meluesteen sijainti suhteessa rautatiealueen rajaan tai muihin määrääviin kaavarajoihin voidaan nähdä suunnitelmista. Kaavoista on kerrottava tiedot kunkin suunnittelualueella esiintyvän kaavan suhteen.
- Raiteistotiedot tuodaan selkeästi esille. Raiteista esitetään keskilinjat riittävän paksulla pistekatkoviivalla. Raiteiden numerot esitetään selkeästi sekä raidevälit, jos meluste on suunniteltu raideväliin.
- Olemassa olevat tiedostomuotoiset johtokartat liitetään sellaisenaan suunnitelmakarttaan. Tulosteen esitystavassa otetaan huomioon samat asiat kuin pohjakartassa. Paperimuotoinen lähtötieto esitetään suunnitelmakartassa siinä laajuudessa kuin sen katsotaan vaikuttavan meluesteen suunnitteluun. Arvio esitystavan tarkkuudesta esitetään suunnitelmapiirustuksessa. Paperimuotoiset johtokartat liitetään lisäksi erillisinä liitepiirustuksina yleissuunnitelman suunnitelma-aineistoon.
- Suunniteltu meluste esitetään korostetusti muusta suunnitelma-karttatiedosta. Suunnitelmakarttaan merkitään suunnitellun meluesteen sisäreunan etäisyys viereisen raiteen keskilinjasta sekä etäisyydet ratajohtopylväistä ja muista meluesteen sijainnin määräävistä rakenteista. Erikorkuiset ja -tyyppiset melusteosuudet esitetään esimerkiksi kuvaavin lyhentein tai koodein, jotka myös selitetään suunnitelmakartassa.
- Suunnitelmakartassa on oltava piirustusluettelo, joka sisältää kaikki kohteeseen liittyvät piirustukset tyyppi- ja materiaali- ja suunnitelma-asiakirjat. Piirustukset voivat olla esitettynä ryhminä ja lehtinumero-sarjoina (kokoonpanopiirustukset, teräsosapiirustukset, geotekniset piirustukset jne.).

## 8.2 Maastomallit

Olemassa olevat maastotiedot yhdistetään yhdeksi suunnittelualueutta koskeväksi maastomalliksi kohdan 2.1.3 mukaisesti. Yhdistetty maastomalli, kaikki aikaisemmat kartoitustiedot sekä nykyiset kartoitustiedot liitetään yleissuunnitelman lähtötietomateriaaleihin tiedostoina rakentamissuunnittelua varten.

## 8.3 Pohjatutkimuspiirustukset

Olemassa olevat pohjatutkimustiedot ja kairaustiedot kerätään ja pelkästään piirustuksina oleva tieto digitoidaan. Vanha ja mitattu uusi kairaustieto lisätään yleissuunnitelman lähtötietoihin tiedostoina Tekla-formaatissa rakentamissuunnittelua varten.



Pohjatutkimustulokset esitetään piirustuksina pohjatutkimuskartassa, pituusleikkauksessa meluesteen kohdalta sekä paalukohtaisissa poikkileikkauksissa yleensä 20 m:n välein.

#### 8.4 Yleispiirustukset

Yleispiirustuksissa esitetään meluesteen sijoittaminen maastoon sekä ulkonäölliset vaatimukset.

Maastoon sijoittaminen esitetään radan pituussuuntaisessa julkisivupiirustuksessa, jossa meluste kuvataan yleensä radan vastakkaiselta suunnalta katsottuna.

Pituussuuntaisesta julkisivupiirustuksesta on selvittävä yleissuunnitteluvaiheessa:

- meluesteen ala- ja yläreunan korkeudet
- mahdollisten suunniteltujen täyttöjen korkeusasemat
- julkisivumateriaalit
- eri julkisivumateriaalien ja väritysten rajakohdat pituus- ja pystysuunnassa sekä käytettävät värit ja pinnoitteet
- pohjatutkimustulokset meluesteen alueelta
- mahdolliset viereisen raiteen pohjanvahvistukset
- mahdolliset viereisen raiteen routasuojaukset.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa julkisivupiirustusta on täydennettävä lisäämällä meluesteen perustamistiedot:

- perustamistapa
- perustamissyvyys
- perustusten yläpinnan korkeusasema.

Pituussuuntaista julkisivupiirustusta täydentämään tehdään riittävä määrä poikkileikkauksia, joista on selvittävä yleissuunnitteluvaiheessa:

- meluesteen sijainti viereisen raiteen suhteen
- vastaavat korkotiedot sekä materiaali- ja värirajat kuin on esitetty julkisivupiirustuksessa
- viereisen raiteen pohjanvahvistusrakenteet.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa poikkileikkauspiirustukset on täydennettävä rakennepoikkileikkauksiksi, joista selviää ilman erillisiä kokoonpano- ja osapiirustuksia lisäksi:

- meluesteen runkorakenne liitoksineen
- muut julkisivu- ja melusuojarakenteiden rungot liitoksineen
- julkisivu- ja melusuojarakenteet liitoksineen.

#### 8.5 Lupapiirustukset

Yleissuunnitteluvaiheeseen kuuluu tarvittavien lupapiirustusten tekeminen viranomaiskäsittelyjä varten.

## 8.6 Rakennepiirustukset

Rakennepiirustuksia ovat:

- kohdan 8.4 mukaiset täydennetyt pituus- ja poikkileikkauspiirustukset
- perustamistapiirustukset
- rakennepiirustukset siltojen kohdilta
- muiden erikoiskohtien rakennepiirustukset
- muut hankekohtaiset rakennepiirustukset.

Rakennepiirustukset tehdään rakentamissuunnitteluvaiheessa, ellei niitä erikseen yleissuunnitteluvaiheessa katsota kohteen vaativuuden kannalta tarpeellisiksi.

## 8.7 Maadoituspiirustukset

Yleissuunnitteluvaiheessa tehdään kohdan 4.7 mukaisesti meluesteen pituus-suuntainen kiskoon liitântäsuunnitelma. Liitteen 18 mallilomakkeessa on esitetty esimerkkisuunnitelma satunnaisesta kohteesta.

Rakentamissuunnitteluvaiheessa tehdään meluestekohtainen maadoituspiirustus kohdan 4.7 mukaisesti.

## 8.8 Kokoonpanopiirustukset ja osapiirustukset

Kokoonpano- ja osapiirustukset laaditaan melusteiden valmistamisen vaatimassa laajuudessa siten, että ne vastaavat yleis- ja rakennepiirustuksissa, tässä ohjeessa sekä suunnitelmaselostuksessa esitettyjä vaatimuksia.

## 8.9 Laatuvaatimukset

Melusteistä laaditaan kohdekohtaiset laatuvaatimukset yleissuunnittelun yhteydessä. Laatuvaatimuksia täydennetään esimerkiksi uusien materiaalien ja työtapojen osalta rakentamissuunnitteluvaiheessa. Laatuvaatimukset on hyväksyttävä RHK:lla.

## 8.10 Määräluettelot

Määräluettelot laaditaan ohjeen Sillan määräluettelo /15/ mukaisesti tai muulla RHK:n hyväksymällä tavalla.

Määräluettelot jaotellaan tarvittaessa osiin melusteosuus- tai muulla RHK:n toivomalla kohdekohtaisella jaottelulla.

### 8.11 Arkistoinnin erityisvaatimukset

Suunnitelmien laadinnassa käytetään esitystavan osalta pääasiassa RHK:n siltapiirustusohjeita.

Siltapiirustuksista poiketen piirustusraamin yläosan arkistointiliuska jätetään kuitenkin kokonaan tyhjäksi.

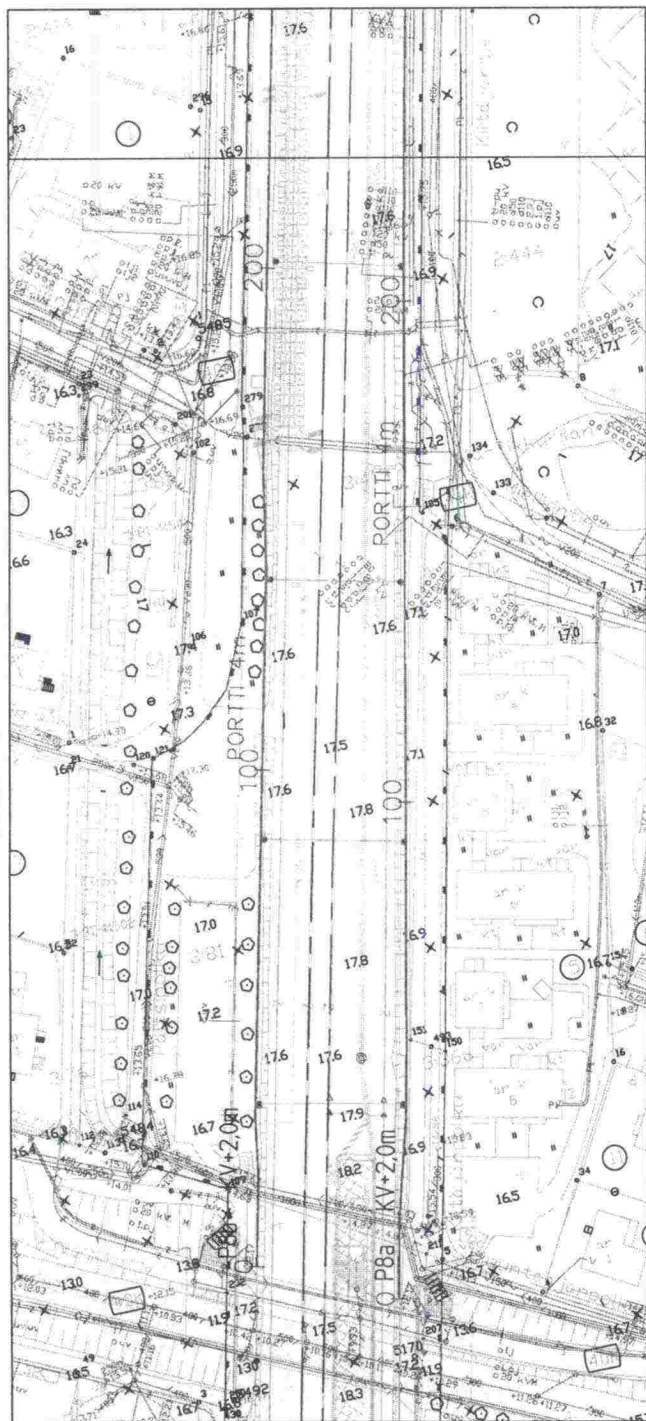
## VIITTEET

- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO), Ratahallintokeskus, 1995–
- /2/ Sähköratamääräykset, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 5, 31.1.2001
- /3/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset, (RMYTL), osat 1-6 ja 8-9, Ratahallintokeskus, 1998–
- /4/ Maastomallin mittausohje, Geodeettisten mittautöiden ohjeita täydentävä liite, 1262/731/2003, Ratahallintokeskus
- /5/ Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO) osat 1–9, Ratahallintokeskus, 1997–
- /6/ Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R), Ratahallintokeskuksen julkaisu D 13, 15.5.2003
- /7/ Sähköistyksen kiinteiden laitteiden suunnittelu ja rakentaminen (SSR)
- /8/ Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin, Ratahallintokeskuksen julkaisu B 10, 25.11.2002
- /9/ Rautateiden maanvaraiset pylväasperustukset, lisensiaatintutkimus, Ratahallintokeskuksen julkaisu A 4/2002
- /10/ Melusteet, TIEL 2140013, 1997
- /11/ Puun käyttö melusteissa, TIEL 2140016, 1999
- /12/ Siltojen kuormat, TIEL 2172072–99
- /13/ Pohjarakennusohjeet sillansuunnittelussa, TIEL 2172068–99
- /14/ Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset (SYL), Tielaitos 2001–2002
- /15/ Sillan määräluettelo, TIEL 2172038–99
- /16/ Teräspalkkipaalut TIEL 2173448–99
- /17/ Porapaalutusohje, Tiehallinto 2001
- /18/ Tietoa tiensuunnitteluun, julkaisu nro 30: Läpinäkyvien melusteiden käyttö, Tielaitos 1997
- /19/ Melusteperustukset, TIEL 2140007–94
- /20/ Melusteet ja puisen melusteen malli, TIEL 3200139, 12/1993
- /21/ Sivukuormitetut pilariperustukset, TIEH 2100006–01
- /22/ UIC CODE 779-1 (1.1.1996)
- /23/ UIC CODE 717 R (1.7.1995)
- /24/ SFS-EN ISO 354:2003; Akustiikka. Ääniabsorption mittaaminen kaiutinhuoneessa (Acoustics. Measurement of sound absorption in a reverberation room)
- /25/ SFS-EN 1793–1:1997 Teiden melusteet. Akustisten ominaisuuksien määrittämenetelmät. Osa 1: Tuotekohtainen äänen absorptio (Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption)
- /26/ SFS-EN 1793–2:1997 Teiden melusteet. Akustisten ominaisuuksien määrittämenetelmät. Osa 2: Tuotekohtainen ilmaäänien eristävyys (Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation)
- /27/ SFS-EN 1794–1:2003 Teiden melusteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 1: Rakennetekniset vaatimukset (Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 1: Mechanical performance and stability requirements)

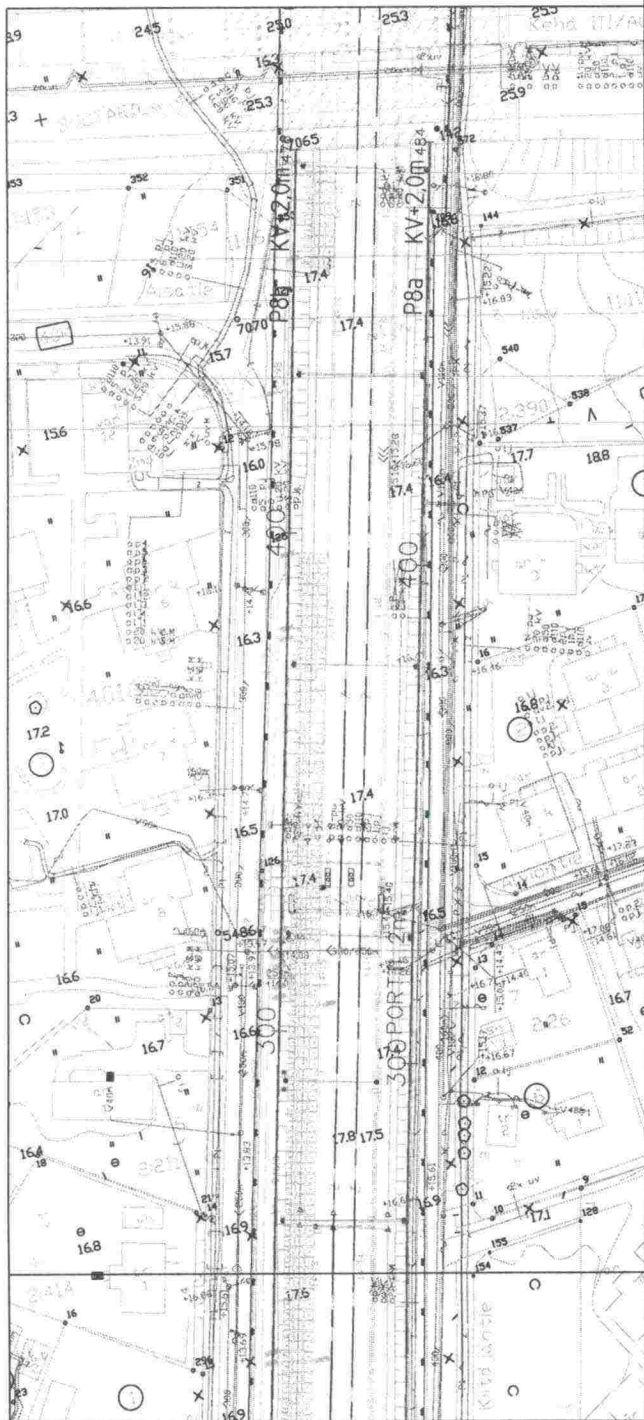


- /28/ SFS-EN 1794-2:2003 Teiden meluesteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 2: Yleiset turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat (Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 2: General safety and environmental requirements)
- /29/ SFS-ENV 1991-2-4:1995 Eurocode 1. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Osa 2-4: Rakenteiden kuormat. Tuulikuormat (Eurocode 1. Basis of design and actions on structures. Part 2-4: Actions on structures. Wind actions)
- /30/ SFS-EN ISO 9013
- /31/ SFS-EN 25817
- /32/ Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa B1
- /33/ RIL 121-2004 Pohjarakennusohjeet
- /34/ Suurpaaluohje 2001, SPO-2001 RIL 212-2001
- /35/ Lyöntipaalutusohjeet, LPO-87
- /36/ Rautaruukin teräspaalu, MEF 31/03
- /37/ RIL 90-1996 Teräsrakenteiden suunnitteluohjeet
- /38/ Betonirakenteiden pinnat 1994, BY 40
- /39/ Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys, KT 97
- /40/ Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, Työsuojeluosasto. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 15, Kapeat kaivannot. Tampere 1999

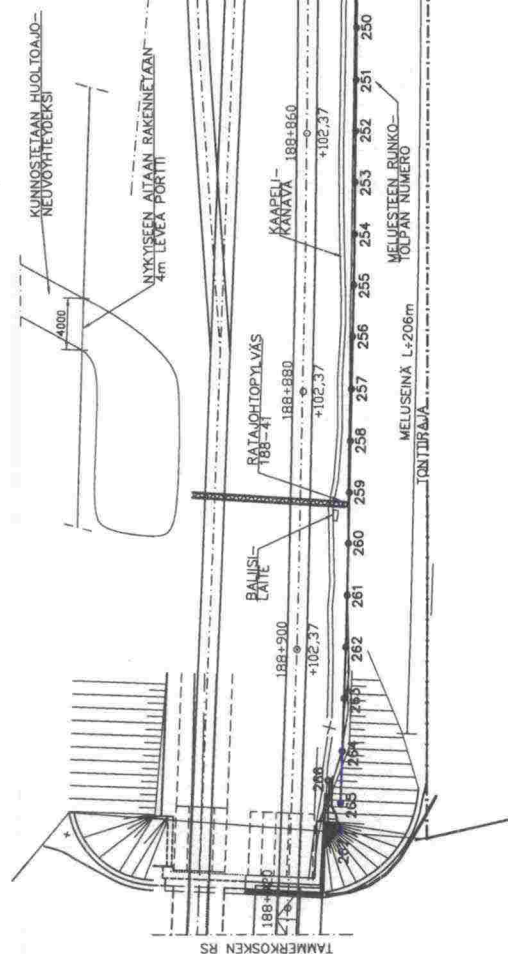
RAJAN RAJA	1911	1911	1911
RAJAN MITTAL	1911	1911	1911
RAJAN MITTAL	1911	1911	1911
RAJAN MITTAL	1911	1911	1911



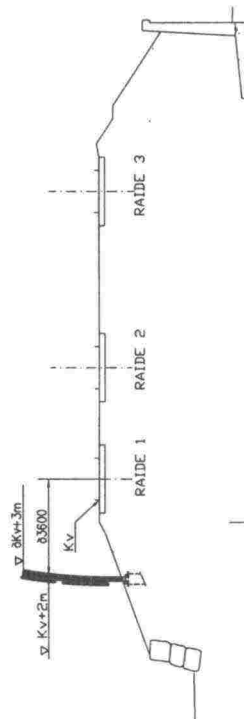
KORKEUS- / KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ: N60 / HELSINKI

[illegible]





PERUSPOIKKILEIKKAUS 1:100



PIIRUSTUSLUELTIELLO	
N:o	NIMI
L 7690-1	ASEMAPIIRUSTUS
L 7690-2	PIIUSLEIKKAUS 1
L 7690-3	PIIUSLEIKKAUS 2
L 7690-4	POIKILEIKKAUKSET 1
L 7690-5	POIKILEIKKAUKSET 2
L 7690-6	KALLIONARAINEN PERUSTUS, MITTA- JA RAUDOTUSPIIRUSTUS
L 7690-7	PAALUPERUSTUS, MITTA- JA RAUDOTUSPIIRUSTUS
L 7690-8	RUNKOTULPAT 11-17
L 7690-9	RUNKOTULPAT 18-111, KIINNIITYS MYLYSAAREN AKS: AAK
L 7690-10	JULKISIVURUNKO 1
L 7690-11	JULKISIVURUNKO 2
L 7690-12	SOKKELI- JA MELUKASETIPIRUSTUS, KIINNIITYS
L 7690-13	TURVALAITEKAAPIN KIERTO
L 7690-14	OPASTINPORTAALIN KIERTO
L 7690-15	VAIHTEN LAMITYSKAAPIN KIERTO
L 7690-16	MELUSTEEN LITTIMÄN TAMMERKOSKEN RATASTAAN
L 7690-17	LASIN KIINNIITYS
L 7690-18	MAADOTUSPIIRUSTUS
L 7690-19	JULKISIVU RADAN SUUNTAAN
L 7690-20	VALAISMIEN KIINNIITYS
L 7690-281	MELUSTEIDEN LAATUVAATIMUKSET
GEO 13896-1	ASEMAPIIRUSTUS
GEO 13896-2	PIIUSLEIKKAUS
GEO 13896-3	POIKILEIKKAUKSET
GEO 13896-4	POIKILEIKKAUKSET
GEO 13896-5	TOIMITTAVAT ELUFESTIPERUSTUKSET

TAMPELLAN MELUESTE VÄJILLÄ HERRAINMÄKI – TAMMERKOSKI

KORKEUSJÄRJESTELMÄ: N60 (=NN+0.22m)

KURKEUSJÄRJESTELMÄ: NDU (=NN+U.ZZM)  
TAMPEREEN KAUPUNGIN KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄ

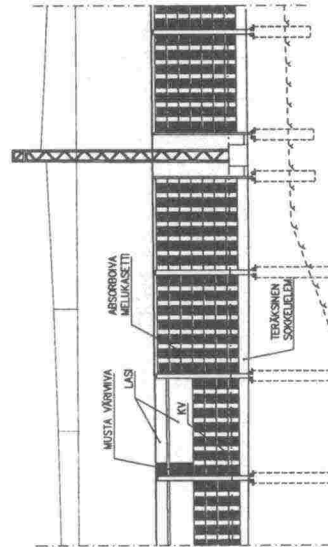
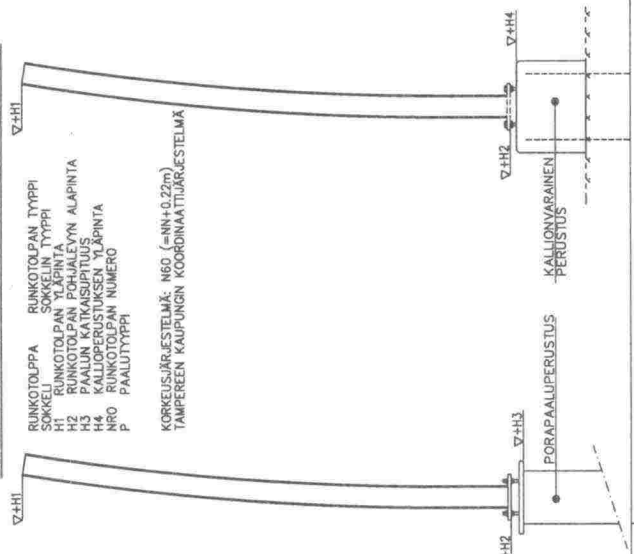
PERUSTUSTEN KOORDINAAITILUETTELO ON LAATUVAAJIMUSTEN LIIITTEENÄ




VALAISTUS ERILLISEN SUUNNITELMAN MUKAAN

[illegible]







MAUT, SÄLTYS	100000	PÄIVÄ	10.11.2017	PÄIV.
TELÄÄ				
				
TAMPEREEN KAUPUNKI TEKNINEN TOIMI				
TÄRKEYS				
				
KÄSIRÖYNTÖTÄMÄSTÖ <b>Ainsinöörit Oy</b> <small>Yrityksen nimi, osoite, puhelin, fax, sähköposti</small>				
PIIRIT:				
SKAUK				
TÄRKEYS				
STV				
MAKSAUS				
				
Oy V&A-Rakko Abi Keskustie 1 00500 Helsinki Suomeksi				
TÄRKEYS				
STV				

JULKISIVU RADAN PUOLELTA 1:20

JULKISIVU MELUSEINÄN PÄÄSSÄ

PÄÄDYSSÄ MUOPIINNOITETTU LEVY  
VÄRISÄVY ④

PUTKIPALKIT h=50  
VÄRISÄVY ③

$$\text{KLT } h=50 \quad \textcircled{3}$$

LASI, YLÄREUNA VAPAA

REUNA VAPAA

MELUSEINÄ- JA SOKKELELEMENTIT ASENNETAAN RADAN KV:N MUKAISEEN VINOUTEEN. ELEMENTTIEN PYSTYRAOT PEITETÄÄN PEITELISTALLA.

VÄRISÄVYT: ① VIHREÄ RAL 6021 Pale green  
② SININEN RAL 5024 Pastel blue  
③ VALKOINEN RAL 9001 Cream  
④ VALKOINEN RR20

JULKISIVU TIEN PUOLELTA 1:20

VÄRISÄVY ③  
(LASIN KIINNITYSOSAT)  
VÄRISÄVY ②

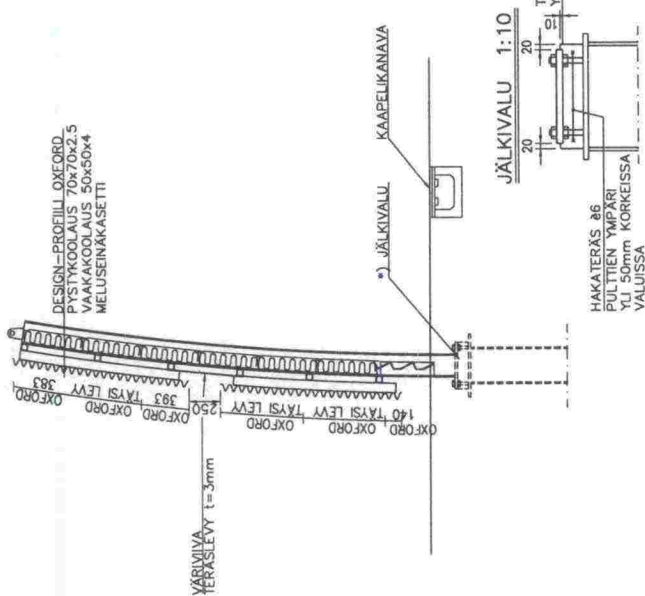
PUTRIPALKIT RAUAN PUOLELLA

LASI

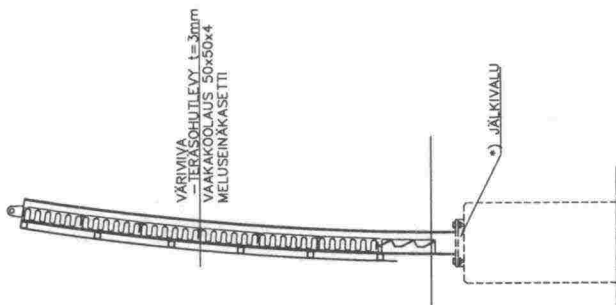
PUURIMOITUS  
VÄRISÄVY ①

[illegible][illegible]





P - P 1:20



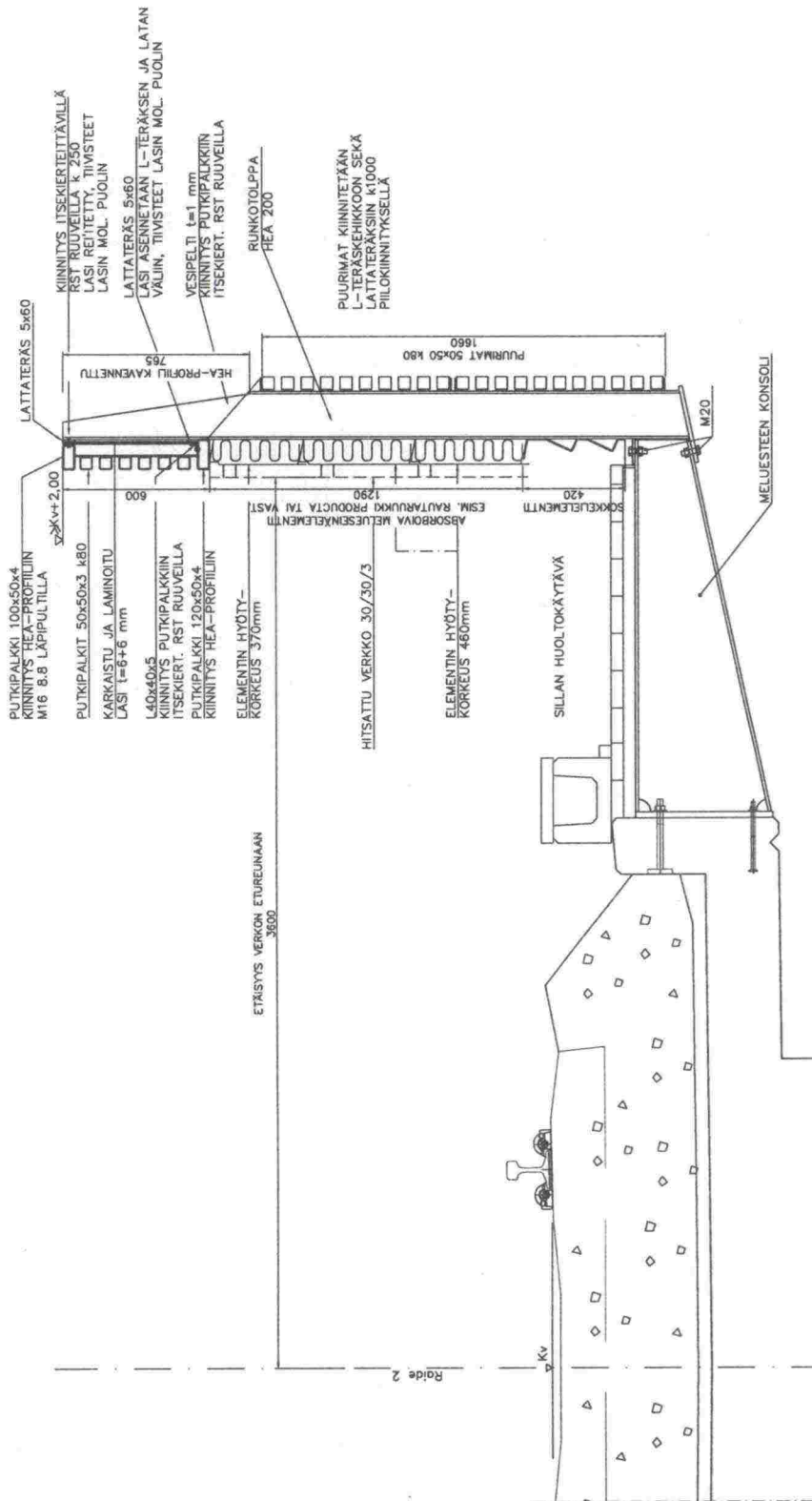
\* ASENNUKSEN JÄLKEEN SUORITETAAN ALUSTAN VALU KUTSUTTA MATTOMALLA JÄTÖSLAATILLA, JONKA PURISTUSLUJUUS  $\geq 35N/mm^2$  JA P-LUKU  $\geq p20$

KS. PIIR. 7689-3

[illegible]



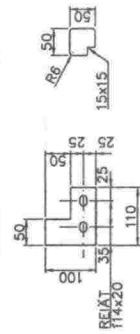




**TOTETUMAPIRUSTUS**

[illegible]

MELUESTEEN MAADOITUS:



Technical drawing showing two cross-sections, OSA 7 and OSA 8, with dimensions in millimeters.

**OSA 7:**

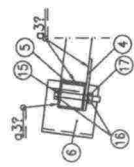
- Top width: 587
- Bottom width: 262
- Left height: 27080
- Right height: 21500
- Top right corner radius: R22.50

**OSA 8:**

- Top width: 1785
- Bottom width: 1635
- Left height: 21800
- Right height: 71160
- Top right corner radius: R22.50

<sup>1)</sup> MITTA EI SISÄLLÄ LIMITYSTÄ

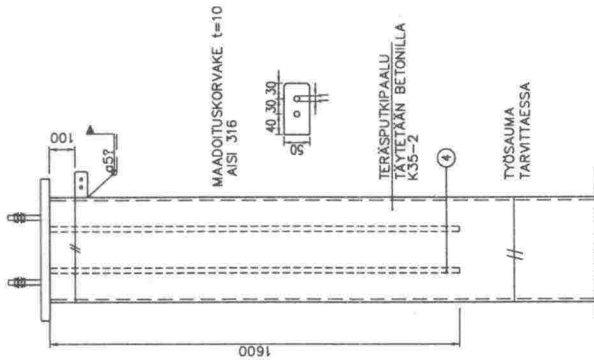
RR 44 (OSA 10)

[illegible]





PAALUN PÄÄTYLEVYN ASENNUS 1:10



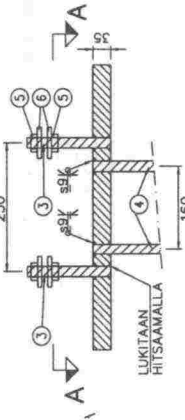
MAADOITUSKORVAKE t=10  
AISI 316

TERÄSPUTKIPAALU  
TÄYTETÄÄN BETONIILLA

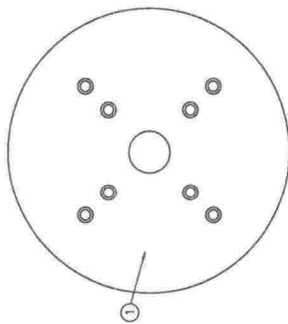
TYÖSAUMA  
TARVITTAESSA

PÄÄTYLEVY PL1 1:5

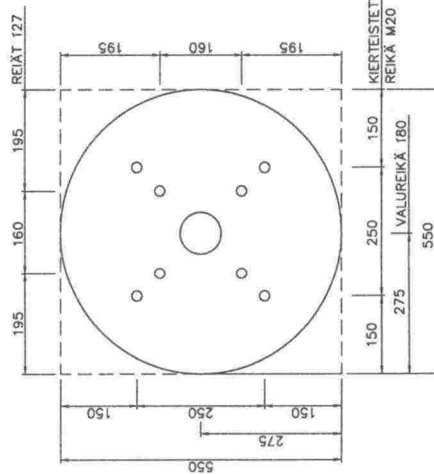
PAALULLE 406.4x12.5



A - A 1:5

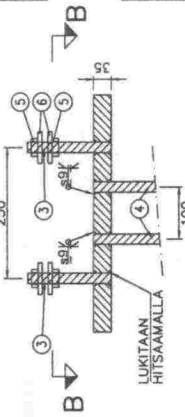


OSA 1 1:5

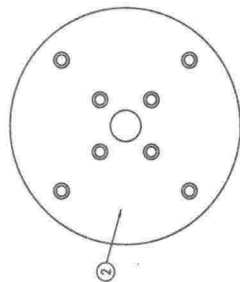


PÄÄTYLEVY PL2 1:5

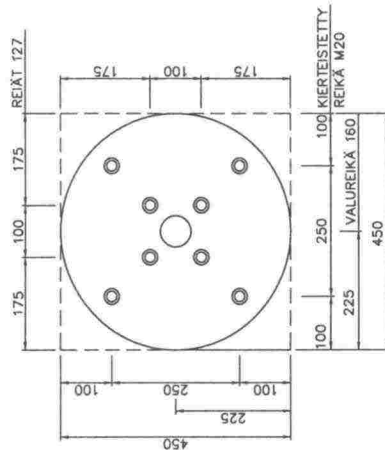
PAALULLE 273x10



B - B 1:5



OSA 2 1:5

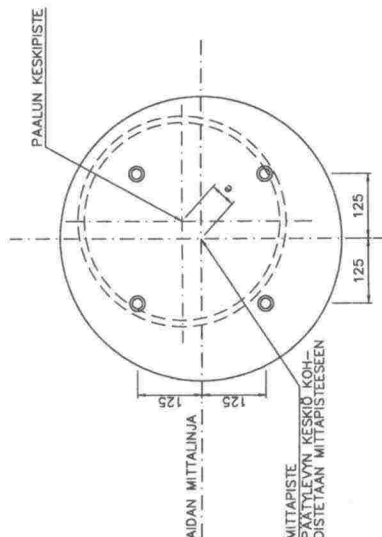


BETONI: K 35-2  
HITSILUOKKA: C SFS-EN 25817

PINTAKÄSITELLY:  
OSA 1 JA OSA 2:  
2-KERTAINEN EPOKSITERVA ET 250/2-FeSo2e  
(TIEL: 4.3)

OSA 3: KUUMASINKITYS SFS-EN ISO 1461

USA 3. KUUMASINKITTÄ SFS-EN ISO 1481  
SINKKI POISTETAAN HITSATTAVALTA ALUEelta, MAALAU  
TEHDÄÄN HITSUKSEN JÄLKEEN



UOS PAALUN EPÄKESKISYYS • MITTAPISTEeseen VERRATTUNA ON  
YLI 50mm PÄÄTYLEVYSSÄ PL1, TAI YLI 30 mm PÄÄTYLEVYSSÄ PL2,  
TEHDÄÄN PÄÄTYLEVY TAPAUSKOHTAISESTI

PÄÄTYLEVY PL1					
OSA	KPL	LAATU	MITAT	KG/KPL	HUOM.
1	1	S355J2	PL 35x550x550	65,3	
3	4	8,8	M20, L=165	0,4	
4	4	A 500 HW	±20, L=1600	4,0	

ELEMENTIN PAINO 82.9 KG  
ELEMENTTEJÄ YHT. 18 KPL

OSA	KPL	LAATU	MITAT	KG/KPL	HUOM.
2	1	S355J2	PL 35x450x450	43,7	
3	4	8.8	M20, L=165	0.4	
4	4	A 500 HW	Ø25, L=1600	6.2	

ELEMENTIN PAINO 70.1 KG  
ELEMENTTEJÄ YHT. 7 KPL

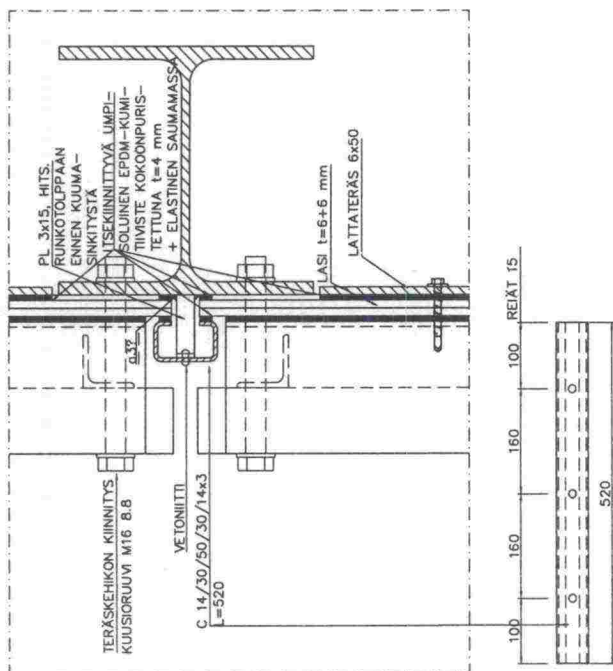
RUNKOTOLPAN KIINNITYSOSAT					
OSA	KPL	LAATU	MITAT	KG/KPL	HUOM.
5	8	SFS-ISO 4032	M20-8		
6	8	S355J2	PL 8x60x60		RIKÄ 122

[illegible]



TERÄXSLEVY  
t=10 mm





PÄÄTYLEVYN PAKSIUS (mm)	KIERRETANKO	KPL	PÄÄTYLEVYN PAINO (KG)
22	M24, L=210	15	36.4
30	M30, L=210	4	50.2

TERÄS: S 355 J2

KUUMASINKITYS: SFS-EN ISO 1461, LUOKKA B  
 (KANSALLINEN LIITE F)

HITSAUSLUOKKA: C SFS-EN 25817

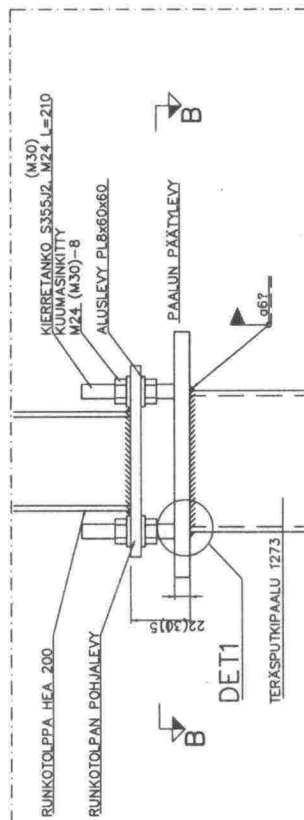
PINTAKÄSITTELY:

2-KERTAINEN EPOKSITERVA ET 250/2-FeSo2e  
(TEL. 4.3) EI KUUMASINKIÄ  
KIERRETANKOJEN SINKKI POISTETAAN HITSAITTA-  
VALTA ALUELTA, MAALAUUS TEHDÄÄN HITSAUKSEN  
JÄLKEEN

MAALAU: EPUR 120/2-FeZnSa1

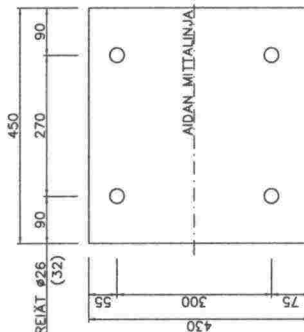
VÄRISÄVY: RAL 9001 CREAM (VALKONEN)

PAALUN JA RUNKOTOLPAN LIITOS 1:5

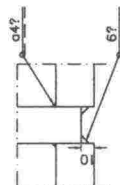


SULUISSA ESITETYT MITAT RUNKOTOLPPIEN  
811, 812, 906 JA 907 KOHDALLA

B - B 1:2  
PAALUN PÄÄTYLEVY



DET 1 1:5

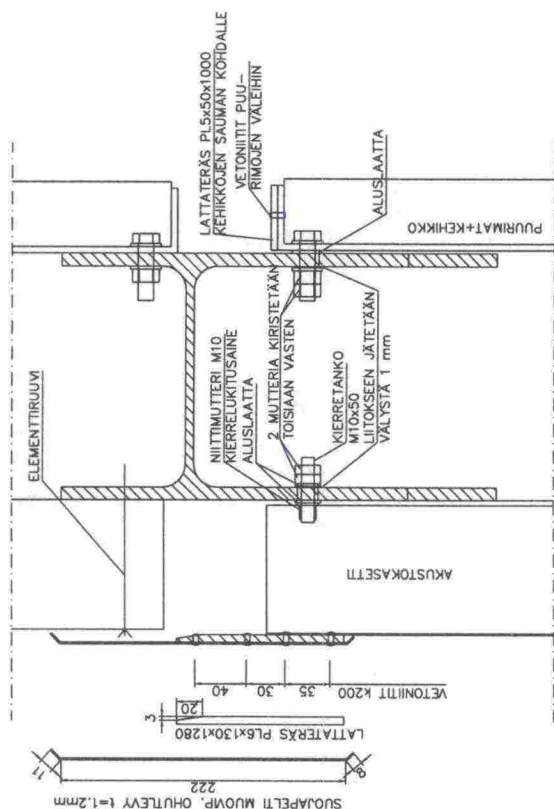


TOTEUTUMAPIIRUSTUS

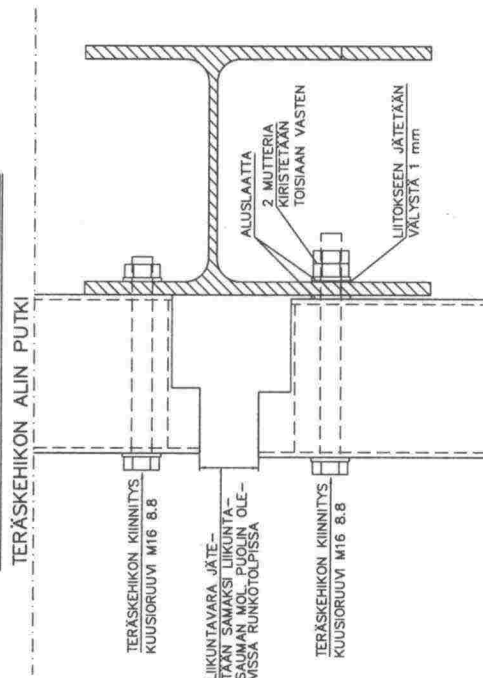
[illegible]



MELUKASETTIEN KIINNITYS  
LIIKUNTASAUMAN KOHDALLA 1:2



LIIKUNTASAUMAN KOHTA 1:2



TERÄS:	S 355 J2
KUUMASINKITYS:	SFS-EN ISO 1461, LUOKKA B (KANSALLINEN LIITE F)
HITSAUSLUOKKA:	C SFS-EN 25817
MAALAUS:	EPUR 120/2/-FeZn501
VÄRISÄVY:	RAL 9001 CREAM (VALKONEN)

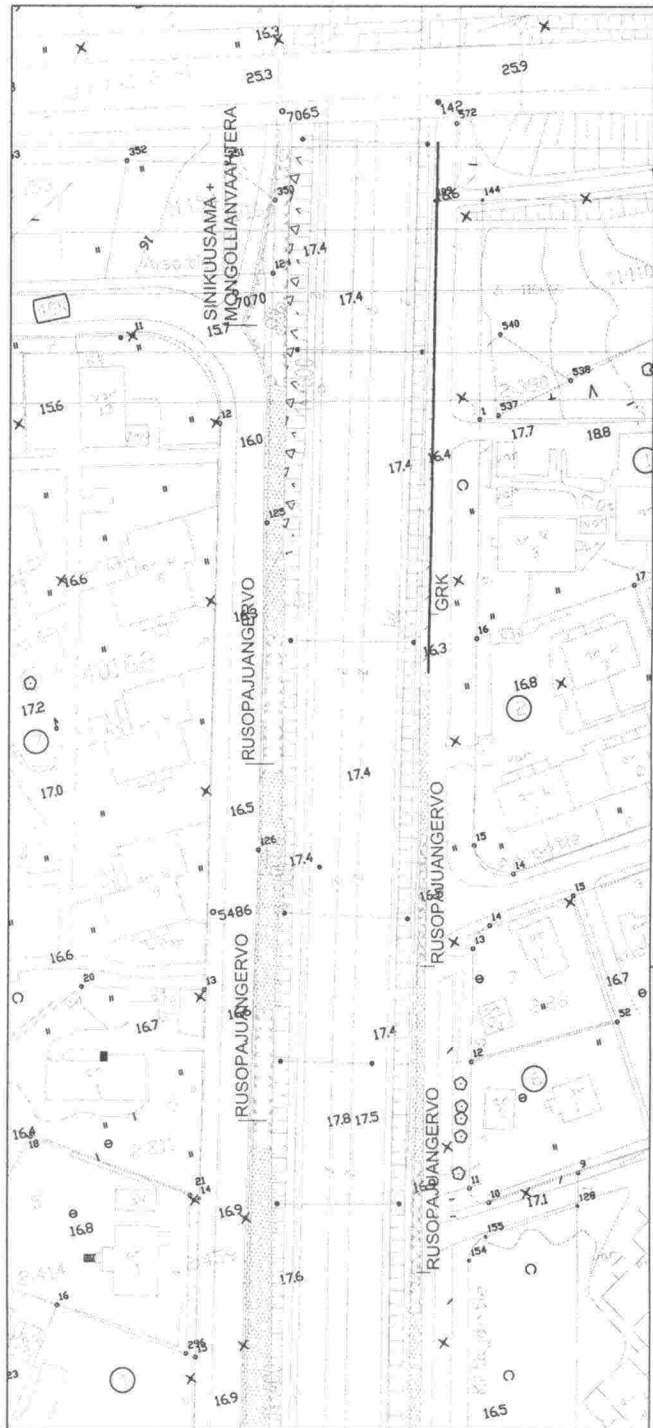
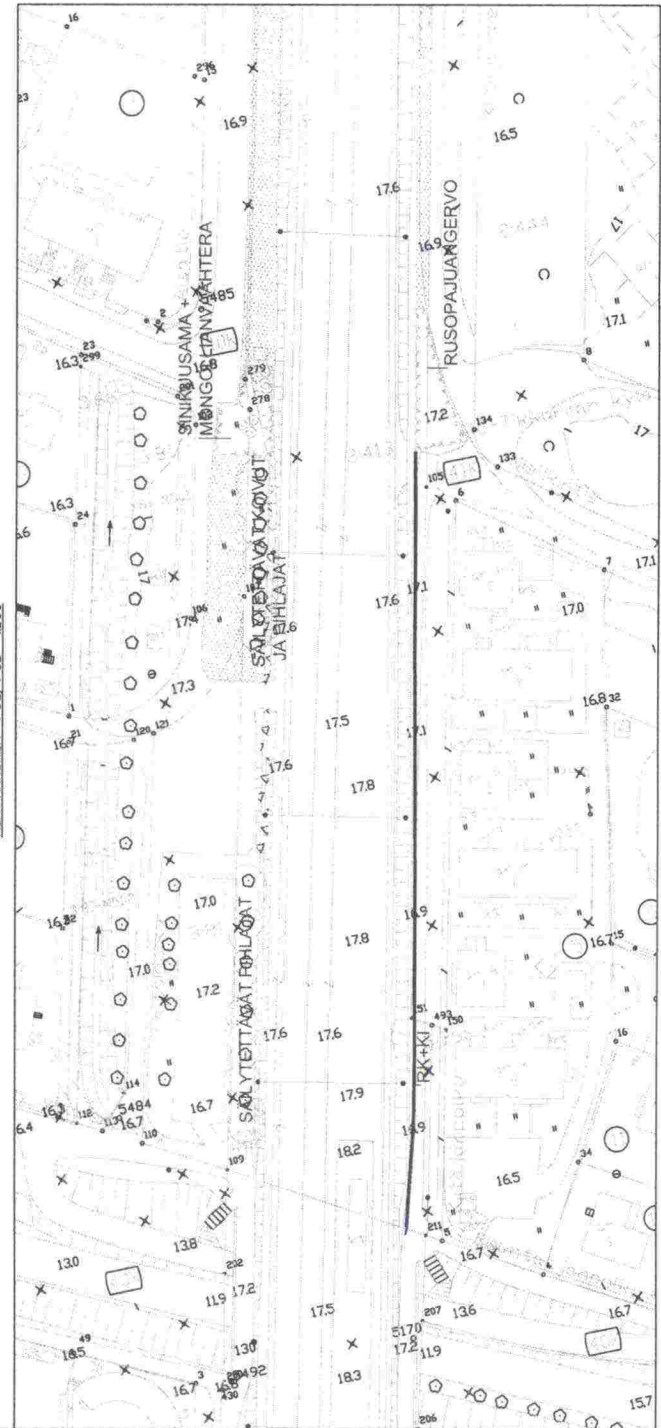
[illegible]





- PIIRUSTUSMERKINNÄT
- RIKKO
  - PELKKÖ + KIVET
  - GRK
  - GRANITITREIJAKKI
  - SEPEL 40-10
  - RATASEPÄ
  - NURMEUS
  - ISTUTETTAVA ERIDAS
  - SINKUUSAMA - Lohonv. olemassa
  - RUSOPAJUANGERO - Sora- ja Siluutit
  - PIKKUJUU
  - MONGOLIANVAHTERA - Aset. tamm. uude. pihalla
  - SÄILYTETTÄVÄ RUUSTO

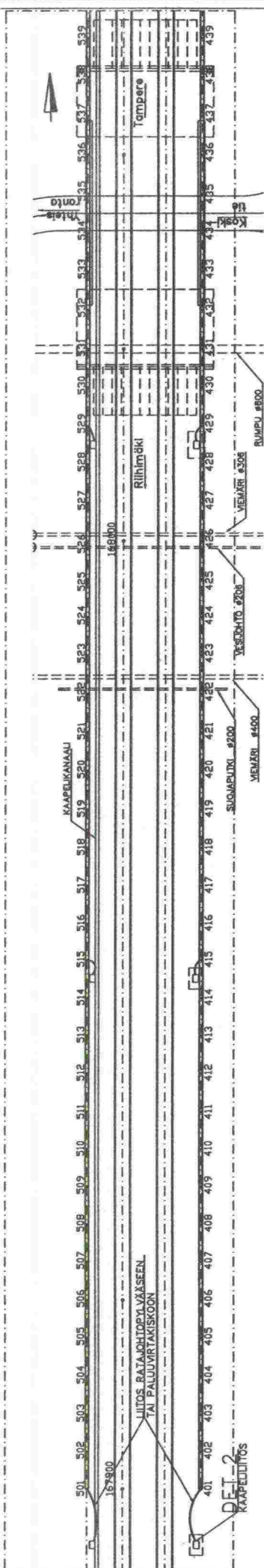
PIK.	SEIT.	PIK.	SEIT.	PIK.	SEIT.
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100





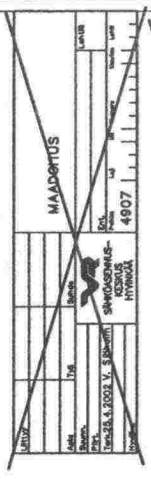


TASOKUVA 1:200



PIIRUSTUSLUETTELO	
N:o	NIMI
4907/42/10791/1/2	DET 1 MAADOITUS JA BETONITERÄSTEN LIITOS, HITSI
4907/42/10792-1/2	DET 2 MAADOITUSKORVAKE, LYYT (KAAPULIITOS)
4907/42/10792-2/2	DET 2 MAADOITUSKORVAKE, PIIRAK

TÄTÄ PIIRUSTUSTA SAA KÄYTTÄÄ  
VAIN MAADOITUSTA TEHTÄESSÄ.



MAADOITUS  
SIIVOKSEEN  
KIVIPÄÄLLE  
KIVIPÄÄLLE

Yhteystiedot

**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi

Yhteystiedot

**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi

Yhteystiedot

**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi

Yhteystiedot

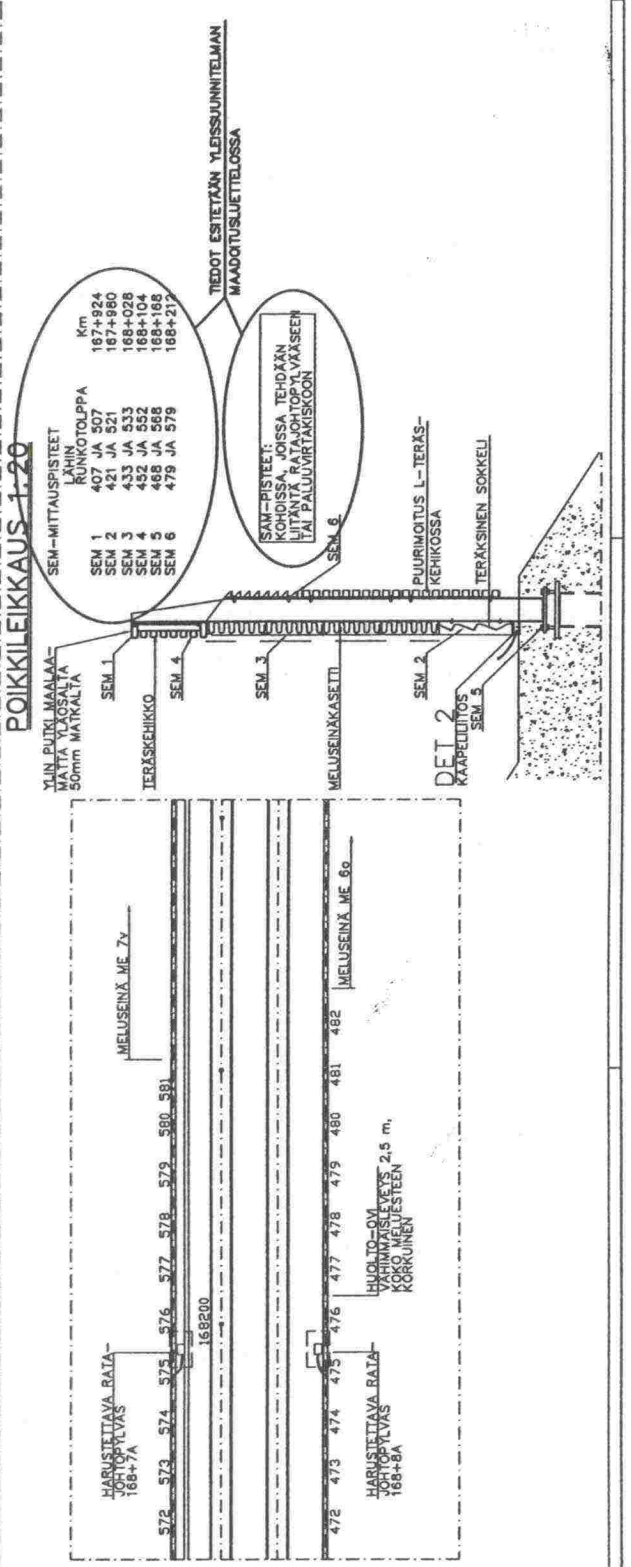
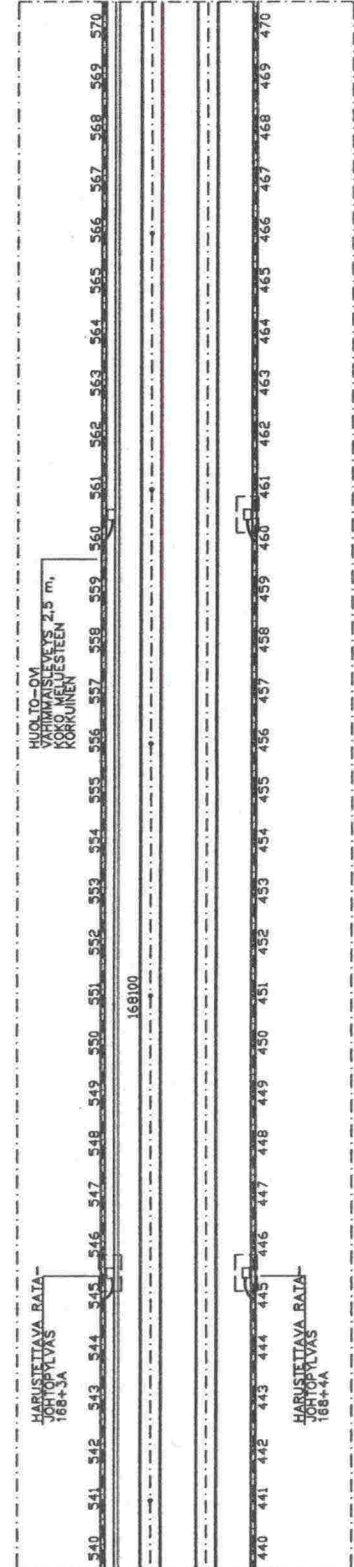
**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi

Yhteystiedot

**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi

Yhteystiedot

**Alkio Oy**  
Maailmanlaajuisuus  
Suomen suurin maadoitus- ja betoniterästen valmistaja  
Pääkonttori: Helsinki, Suurpuutiehenkatu 1  
00020  
Puh. 09 4500 1000  
Faksi 09 4500 1001  
www.alkio.fi





HELSINGIN PÄÄRADAN MELUESTEET  
HAVAINNEKUVIA ALA-TIKKURILASTA





HELSINGIN PÄÄRADAN MELUESTEET  
HAVAINNEKUVIA OULUNKYLÄSTÄ JA PUKINMÄEN ASEMALTA

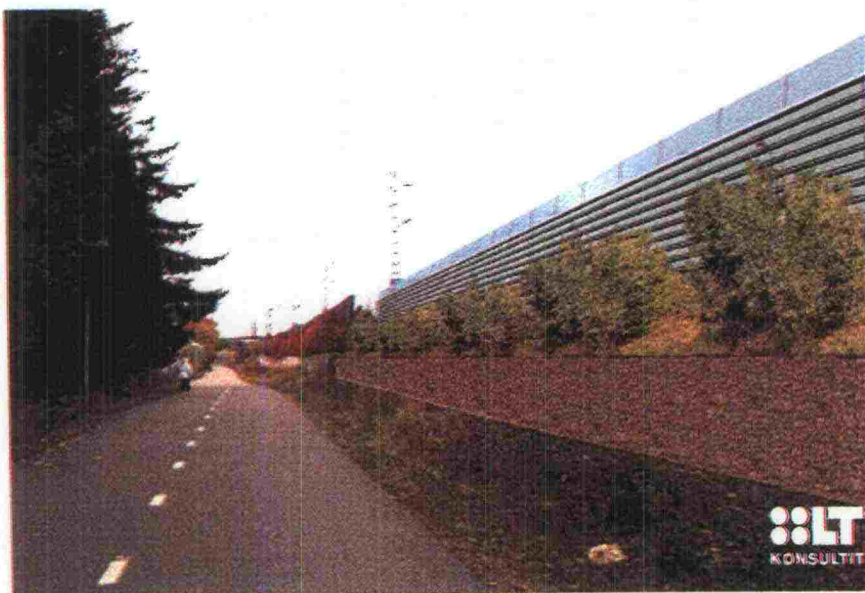
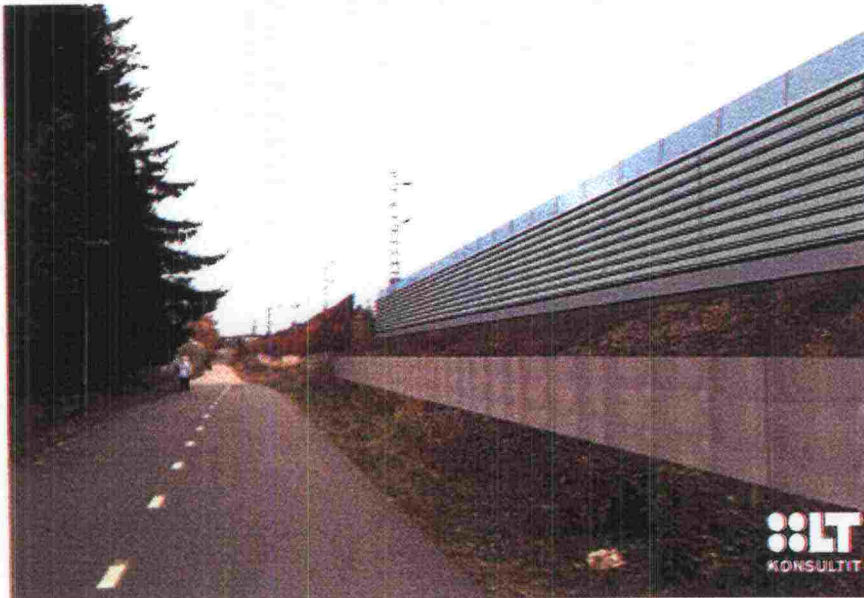


HELSINGIN PÄÄRADAN MELUESTEET  
HAVAINNEKUVIA PUISTOLAN ASEMALTA





HELSINGIN PÄÄRADAN MELUESTEET  
HAVAINNEKUVIA SAVELAN MELUESTEESTÄ





- 1 Rautatieliikennetärinän mittausohje
- 2 Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella
- 3 Teollisuus- ja satamaradat
- 4 Radan suunnitteluohje
- 5 Sähköratamääräykset
- 6 Johtoteiden suunnitteluohjeet
- 7 Maakaapeleiden kaivu- ja asennusohjeet
- 8 Ratojen routasuojaustarpeen selvittäminen, tutkimusohje
- 9 Laitetilojen ja valaisimien maadoittaminen
- 10 Sähköturvallisuusmääräysten soveltaminen sähköradan kiinteisiin laitteisiin

RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

Lisätietoja: Matti Levomäki, puh. (09) 5840 5183, sähköposti: [matti.levomaki@rhk.fi](mailto:matti.levomaki@rhk.fi)  
Jakelu: VR Kirjapaino, puh.0307 25874, faksi 0307 25826